Musurgia XI/4 (2004)

Systématique modale : génération et classement d'échelles modales

Amine BEYHOM*

Principes de base de la systématique modale

Les principes de base de la systématique modale découlent d'une étude des théories modernes du maqām effectuée en thèse de doctorat[1] : les résultats de cette étude mènent à la conclusion d'une adéquation du système de représentation des échelles de la musique modale sur une trame-grille de 24 quarts de ton[2]. Les principes de base de la théorie tiennent en quelques points dont certains sont détaillés dans la suite de cet article :

- La systématique modale a pour but premier le classement des échelles, réelles (attestées) ou potentielles, de la musique modale représentées comme des suites d'intervalles (« représentation par suite », ou « RS »). Dans ses applications, cette théorie permet de vérifier la conformité de ces échelles à des critères musicaux inspirés d'une tradition musicale donnée.

- La systématique modale se fonde sur le principe d'un intervalle PGCD (Plus Grand Commun Diviseur) : les autres intervalles sont considérés comme des multiples (approximatifs) de cet intervalle de base.

* Docteur en musique et musicologie, associé au CRLM (Paris Sorbonne).

[1] Amine BEYHOM, *Systématique modale*, thèse de doctorat en trois volumes, Université de Paris Sorbonne, 2003.

[2] Pour une revue des concepts de base de la musique arabe et de la notation par quarts de ton, voir R. d'Erlanger, *La musique arabe*, Tome V, *Essai de codification des règles usuelles de la musique arabe moderne – Échelle générale des sons – Système modal*, Paris, Librairie orientaliste Paul Geuthner, 1949.

- Les échelles de la musique modale sont approximées comme des successions d'intervalles compris entre un nombre minimal et un nombre maximal d'unités de base (dont la valeur est en général comprise entre le demi-ton et l'intervalle de un ton et demi — parfois plus pour des systèmes pentatoniques), avec éventuellement une contrainte octaviante.
- Dans sa formulation théorique de base, ainsi que pour des études méta-statistiques, la systématique proposée ne prend pas en compte la note de départ ou les variations commatiques[3].
- Ces principes permettent de retrouver toutes les échelles correspondant à certains critères, sans duplication (sans redondances). Ils permettent aussi d'appliquer à ces échelles des filtres cernant au plus près la pratique musicale.
- La systématique modale permet également de procéder à des extrapolations théoriques en changeant les données initiales et les filtres appliqués pour rechercher des ensembles de systèmes satisfaisant à des critères arbitraires, qui peuvent néanmoins correspondre à un certain point de vue musical ou esthétique ou encore mathématique, ou pour déterminer des tendances statistiques de formation et de contenance des échelles.

Hypothèse de modélisation des échelles sur une grille de 24 quarts de ton : exemple de la musique arabe

La discrétisation est la représentation d'une valeur réelle par une approximation chiffrée à travers la division d'un milieu continu en unités élémentaires (discrètes) : dans le cas des systèmes musicaux, la discrétisation consiste par exemple en une division de l'espace continu des hauteurs en quantièmes ou valeurs discrètes (chiffrables) entières (savart, cent, centième, comma, 1/8 de ton, quart de ton, limma, 1/2 ton)[4], un intervalle quelconque pouvant être plus ou moins exactement approché (approximé) par un nombre entier de ces quantièmes[5]. Le pouvoir de discrimination de l'oreille est fréquemment fixé à 5 cents : dans le cadre de mes recherches j'utilise un clavier arrangeur qui permet de faire varier une note (autour d'une valeur tempérée en multiple de demi-ton) de –64 à +63 cents ; la définition de ce clavier arrangeur quant aux intervalles est donc de un cent.

Pendant une séance de discussion dans le cours de l'année 2002 avec des enseignants praticiens de la musique arabe, j'ai été amené à programmer un mode *Bayāt* (*ré*, *mi*^{db}, *fa*, *sol*, *la*, *si*♭, *do*, *ré* — avec ^{db} = demi-bémol) sur l'arrangeur, pour les besoins de la démonstration, ce processus passant par des touches préprogrammées

[3] Les applications pratiques de la théorie tiennent compte de ces deux facteurs.

[4] Il est bien évidemment possible de discrétiser un espace continu de manière irrégulière : le fractionnement en éléments égaux, quand la cellule élémentaire (le plus petit élément) est suffisamment petite, simplifie l'interprétation des résultats.

[5] Rappelons que toute mesure, dans l'absolu, consiste en un processus de discrétisation-approximation, puis en une comparaison avec un étalon arbitraire.

qui abaissent les notes de 50 cents exactement ; un de mes interlocuteurs a immédiatement réagi à l'écoute des quelques phrases musicales que je jouais en me demandant de hausser la note *sīkā* (*mi*^{db} de la musique arabe) qui était trop basse (*mi* abaissé de 50 cents) ; j'ai programmé une hausse de 15 cents (*mi* – 35 cents) qui lui a paru excessive[6] — au bout de quelques approximations successives, la hauteur précise pour le degré *sīkā* du mode *Bayāt* s'est avérée correspondre à *mi* – 45 cents, donc cinq cents au dessus de la note initialement programmée et jouée. Dans le cours de discussions ultérieures avec ces enseignants et avec divers musicologues de la région, ainsi que pendant une série d'ateliers de musiques traditionnelles que j'organisais pour le compte de l'AIF[7] dans une douzaine de villages libanais[8], j'ai pu me rendre compte que le *sīkā* du maqām *Bayāt* populaire (*Dal'ûnâ* et autres pièces du répertoire populaire) était nettement plus bas que le *sīkā* du *Bayāt* « savant » et pouvait se situer jusqu'à *mi* – 70 cents[9] : le jeu du *Bayāt* populaire sur le 'ûd (ou tout autre instrument permettant d'utiliser des intervalles variables) peut facilement donner lieu à des degrés *sīkā* placés à cette distance du *mi*, ou encore permettre des petites variations en montée ou en descente (ou selon la tenue de la note) qui constituent le cœur de ce que peut apporter un instrument non tempéré à une musique modale. Même une petite différence de 5 cents[10] peut apporter un embellissement à la phrase musicale jouée et créer les conditions d'une interprétation différente sinon unique. Notons donc que la différence entre le *sīkā* du *Bayāt* populaire et le *sīkā* du *Bayāt* savant peut être supérieure à 25 cents, et ceci dans un même pays (le Liban en l'occurrence) ou encore plus élevée entre deux régions différentes de la zone du maqām (différence de l'ordre de deux commas entre la Turquie et le Liban — *Bayāt* populaire pour ce pays), mais la note résultante sera toujours assimilée au *sīkā*, quel que soit le répertoire ou le pays de tradition musicale arabe, soit une note intermédiaire mais de plein « droit » entre le *mi*♭ et le *mi* tempérés : la tolérance totale de part et d'autre — soit l'ambitus du *sīkā* — est ici de l'ordre du quart de ton (ou l'équivalent approximatif de deux commas pythagoriciens), ce qui nous donne une première indication quant à la précision de l'instrument de mesure (ici virtuel) dont nous avons besoin pour caractériser la musique arabe entre autres.

[6] Dans cet exemple, j'utilise une méthode de mesure des intervalles de l'échelle par approximations successives (et alternées) par rapport à un étalon arbitraire (ici la division en cents) : ce principe est très différent de celui des mesures effectuées en laboratoires, et se base avant tout sur la perception de la hauteur du son par les premiers concernés (les musiciens – ici également luthiers) et sur la finesse de l'écoute.

[7] Agence intergouvernementale de la Francophonie.

[8] Au printemps 2002.

[9] Le lecteur se demandera peut-être comment programmer un *sīkā* à –70 cents sur le clavier arrangeur puisque la borne inférieure se situe à –64 cents : la réponse est simple, il suffit de programmer le *ré*♯ (en l'occurrence *mi*♭) à +30 cents ou de jouer sur un instrument non fretté comme le 'ûd.

[10] Cette limite de 5 cents n'est pas absolue : le nombre de facteurs ayant une influence sur la perception auditive est tout simplement trop grand pour une généralisation aussi « précise » — le timbre, la fréquence, en fait toutes les composantes du son peuvent jouer ici un rôle, mais aussi l'état psychologique de l'auditeur, etc. ; au cours d'un récent séjour d'études en Bretagne, j'ai pu me rendre compte que la précision relative (tous facteurs égaux par ailleurs) de l'écoute de certains sonneurs ou luthiers pouvait atteindre 2 ou 3 cents.

En observant la figure 1 (qui n'a pas la prétention d'être exactement à l'échelle), on peut mieux mesurer la relativité des degrés utilisés pour caractériser la musique arabe, probablement une des musiques mondiales les plus représentatives de par la complexité des intervalles utilisés.

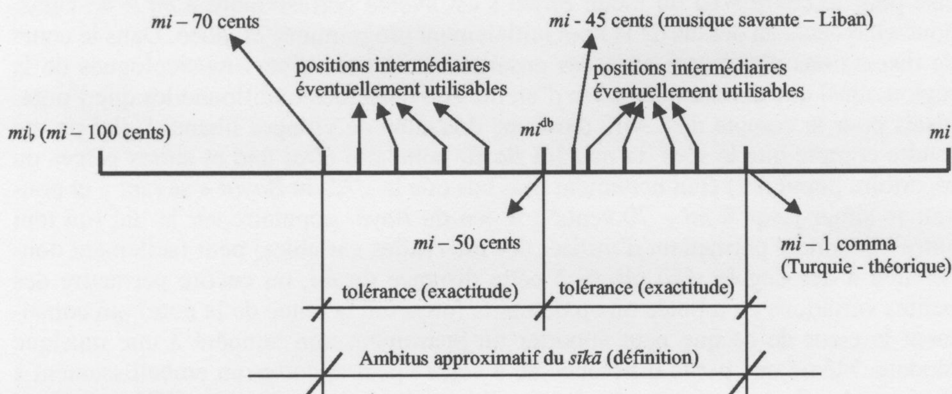


Figure 1 : Tolérances du degré *sīkā*

Le quart de ton est l'intervalle de base pour l'approximation des intervalles utilisés dans la réalité, mais la combinatoire ne change pas : l'existence du quart de ton permet de modéliser rapidement et fiablement les intervalles intermédiaires de la musique modale non tempérée qui peuvent effectivement exister entre les bornes (intervalles) du tempérament égal occidental, tout comme le 1/2 ton est une approximation (discrétisation au quart de ton près) des intervalles réellement utilisés[11].

[11] La limite entre notation prescriptive et notation descriptive pour des musiques modales comme la musique arabe semble bien se situer entre le quart de ton et le comma : la position du degré *sīkā* (*mi*[db]) au sein du genre *bayāt* (*ré–mi*[db]*–fa–sol*) détermine deux intervalles, de part et d'autre de ce degré, approximativement équivalents à trois quarts de ton ; qualitativement, ces intervalles sont assimilés à un intervalle de trois quarts de ton — la différence quantitative peut être exprimée par les termes « un peu plus grand » ou « un peu plus petit » : c'est là que commence la description qui, poussée à son plus haut niveau, peut devenir une description en comas, savarts, ou cents. Comparer avec cet extrait du New Grove : *Aristoxenus recognized three basic genera of tetrachords* [...] *The intonations were created by the two middle notes of the tetrachord, which were "movable" (kinoumenoi), in relation to the two outer notes, which were "immovable" (hestòtes). To describe these intonations Aristoxenus posited (i.21-7:da Rios, 28.3-35.8) a tetrachord of two and a half tones, with the tone itself consisting of half tones, third tones and quarter tones. Specific numerical terms are avoided because his descriptions are intended to be approximations; the shades are not actually fixed but infinitely variable within their regions (i.23:da Rios, 30.14-16). The character of the genera is not perceived in a particular order of specific intervals arranged sequentially in a static scale but rather in characteristic dynamic progressions of intervals, or «roads» (hodoi), that differ in ascent and descent (iii.66-72:da Rios, 83-9). These progressions are readily recognizable, even though the exact sizes of the intervals may vary from piece to piece. In order to convey the characteristic quality of the genera, the theorist does not need to specify every possible note*

En d'autres termes, la notation en intervalles multiples de quarts de ton proposée par la systématique modale se rapproche plus d'une notation qualitative que d'une notation quantitative : elle sert à définir la structure de l'échelle utilisée. Les différences d'intonation peuvent être exprimées explicitement, mais la notation deviendra de ce fait de plus en plus descriptive avec l'augmentation de la précision. L'ensemble des notations prescriptives nous servira donc à établir une carte du territoire des musiques modales (de leurs échelles), tandis que les variations intonationnelles nous serviront à différencier des pratiques régionales, personnelles, etc., à définir le territoire en tant que tel : la suite de cet article concernera de ce fait avant tout les échelles de la musique modale, exprimées en intervalles multiples approximatifs du quart de ton.

Génération et rangement d'échelles : exemple de la musique heptatonique octaviante

À partir de l'approximation en quarts de ton, il devient relativement facile de générer des échelles modales (des mots) sur la base d'un ensemble d'intervalles (alphabet) prédéterminé : la pratique de la musique modale montre que l'échelle se limite généralement à des intervalles successifs allant du demi-ton au ton et demi — l'alphabet se compose donc ici des intervalles 2/4, 3/4, 4/4, 5/4 et 6/4 de ton. Je passe dans cet article sur les algorithmes de calcul permettant de générer les échelles modales, mais donne ci-dessous quelques explications préalables nécessaires à la compréhension de la suite du texte.

En premier lieu, le concept de contenance : la contenance d'une échelle équivaut à un comptage des différents intervalles représentés au sein de cette échelle. Dans le cas du système majeur, par exemple, la contenance de l'échelle correspondante (4 4 2 4 4 4 2) est de deux intervalles de demi-ton et de cinq intervalles de ton ; ce comptage peut être noté de diverses manières : soit en notant le nombre d'occurrences des intervalles de l'alphabet utilisés — dans le cas du système majeur, cela équivaudrait par exemple au vecteur [20500], deux fois 2/4 de ton, zéro fois 3/4 de ton, cinq fois 4/4 de ton, zéro fois 5/4 de ton et zéro fois 6/4 de ton[12], soit encore en rangeant les intervalles explicitement du plus petit au plus grand — soit (2 2 4 4 4 4 4) pour le système majeur, les chiffres représentant ici des intervalles en multiples entiers du quart de ton[13].

D'autres systèmes de notation sont possibles, avec des variantes dans le rangement des intervalles ou de leurs occurrences au sein d'un système. La systématique

and interval but rather the relative sizes of interval and their typical patterns of succession. So, Aristoxenus was able to reduce the infinite number of possible arrangements to a manageable series of archetypal genera. T. J. MATHIESEN (e.a.), « Greece », *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, S. Sadie (éd.), London, Macmillan, 2001, vol. 10, p. 338-339.

[12] Cette notation est décrite comme « Représentation par Contenu intervallique » (notation « RC ») dans la théorie générale de la systématique modale.

[13] Cette description correspond à la notation RS (« Représentation par Suite d'intervalles ») de la théorie générale de la systématique modale.

modale utilise, pour des raisons de cohérences, la notation explicite des intervalles dans la deuxième définition ci-dessus (notation RS). Nous pouvons, à partir de cet ensemble explicite d'intervalles rangés du plus petit au plus grand et que nous appellerons désormais hyper-système, générer tous les systèmes distincts (non redondants) composables avec ces intervalles ; toujours sur l'exemple de l'hyper-système du système majeur, nous pouvons générer en tout et pour tout les trois systèmes distincts suivants :

(2 2 4 4 4 4 4), (2 4 2 4 4 4 4) et (2 4 4 2 4 4 4),

Les autres permutations d'intervalles génèrent des systèmes identiques à l'un des trois systèmes ci-dessus (redondants) — notre système majeur est ici en troisième position et représenté sur un degré de départ *si* (mode de *si*), cette échelle minimisant la valeur entière de la représentation par suite d'intervalles (notation RS) concaténés[14]. Il est aisé de se rendre compte que ces trois systèmes musicaux peuvent générer un total de vingt-et-une échelles par rotation des intervalles (ou par décalage de la tonique pour les échelles modales), à raison de sept échelles « secondaires » (appelées désormais sous-systèmes) par système, et numérotées de un à sept selon le schéma de la figure 2, qui reprend le processus pour le mode de *si* bi-octaviant, représenté ici comme paradigme du système majeur.

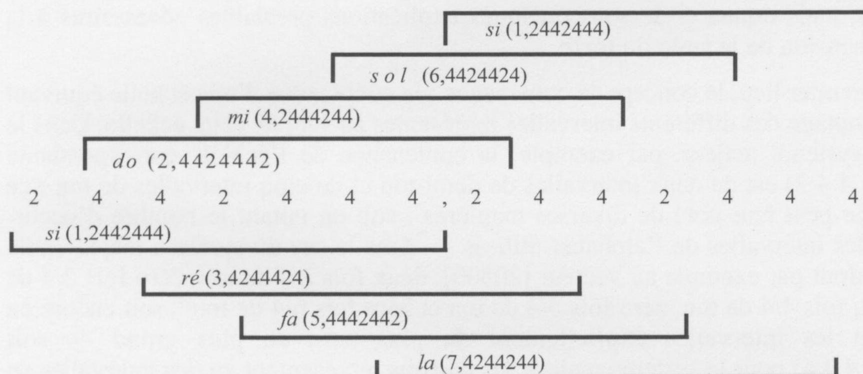


Figure 2 : Processus de décalage de la tonique du mode de *si*, génératrice de l'échelle du mode de *do*

[14] La concaténation du système majeur sur degré *do* donnerait le nombre entier 4424442, plus grand que 2442444 : la présente convention de rangement a été adoptée pour assurer une cohérence systématique du rangement des échelles — une représentation par maximisation du nombre entier résultant de la concaténation, ou toute autre convention, aurait également été possible. Il faut aussi se rappeler que la présente convention ne se limite pas au système décimal : dans le cas d'intervalles multiples du quart de ton plus grands que deux tons et un quart de ton (représentés par deux chiffres décimaux et dont la valeur est plus grande que 9), la concaténation se fait sur la base d'un système dont le chiffre le plus grand équivaut au nombre de quarts de ton contenus dans le plus grand intervalle utilisé.

Dans le cadre de la systématique modale, l'hyper-système générateur (entre autres) du système paradigme du mode majeur est un cas particulier de la construction d'échelles, avec un alphabet limité aux deux intervalles de demi-ton et de ton ; le processus de génération d'échelles modales pour cet hyper-système est schématisé dans la figure 3.

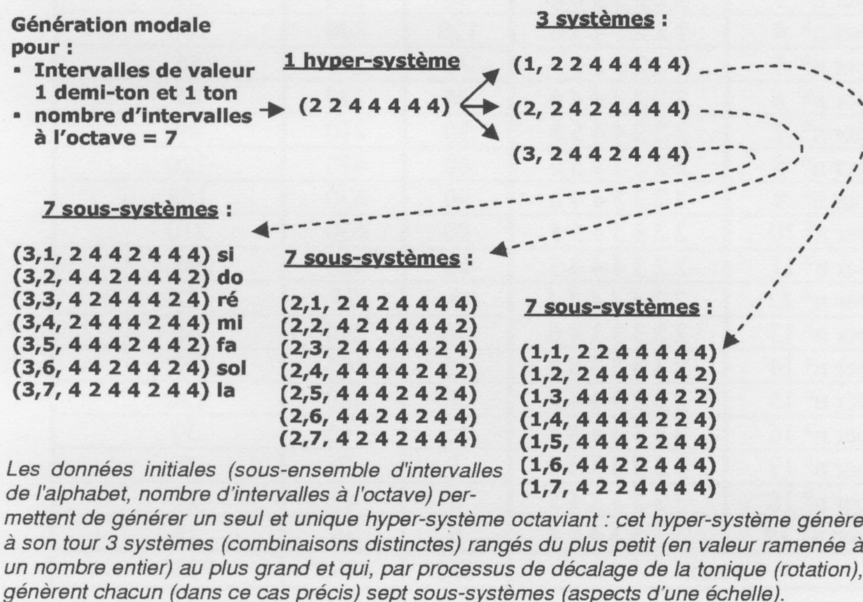


Figure 3 : Relations entre hyper-systèmes, systèmes et sous-systèmes sur l'exemple de l'hyper-système générateur du mode de *do*

Dans le cas d'un sous-ensemble de lettres de l'alphabet qui reprendrait les deux intervalles de demi-ton et de ton, et auxquels on adjoindrait l'intervalle d'un ton et demi (seconde augmentée ou intervalle *ḥijāz* de la musique arabe) ainsi que les intervalles « intermédiaires » de trois quarts de ton et de cinq quarts de ton, la génération modale permet de retrouver les dix-neuf hyper-systèmes décrits dans le tableau 1. Dans ce tableau, les systèmes musicaux qui peuvent être modélisés en multiples du demi-ton[15] correspondent aux hyper-systèmes n° 1, 6 et 12 (en italique grasse dans le tableau) : ce sont les trois seuls hyper-systèmes, heptatoniques et octaviants, qui peuvent être générés en intervalles multiples du demi-ton dans un ambitus allant du demi-ton au ton et demi (ou avec un sous-ensemble d'intervalles de l'alphabet composé des intervalles 2/4, 4/4 et 6/4 de ton).

[15] Ou en multiples pairs du quart de ton.

N° de l'hyper-système	Valeur en multiples de quart de ton	NS	NSS	NSS en quinte juste à partir de la tonique
hyper n° 1	***2 2 2 2 4 6 6***	***15***	***105***	***58***
hyper n° 2	2 2 2 2 5 5 6	15	105	23
hyper n° 3	2 2 2 3 3 6 6	30	210	54
hyper n° 4	2 2 2 3 4 5 6	120	840	208
hyper n° 5	2 2 2 3 5 5 5	20	140	56
hyper n° 6	***2 2 2 4 4 4 6***	***20***	***140***	***80***
hyper n° 7	2 2 2 4 4 5 5	30	210	40
hyper n° 8	2 2 3 3 3 5 6	60	420	120
hyper n° 9	2 2 3 3 4 4 6	90	630	168
hyper n° 10	2 2 3 3 4 5 5	90	630	210
hyper n° 11	2 2 3 4 4 4 5	60	420	96
hyper n° 12	***2 2 4 4 4 4 4***	***3***	***21***	***12***
hyper n° 13	2 3 3 3 3 4 6	30	210	46
hyper n° 14	2 3 3 3 3 5 5	15	105	29
hyper n° 15	2 3 3 3 4 4 5	60	420	120
hyper n° 16	2 3 3 4 4 4 4	15	105	30
hyper n° 17	3 3 3 3 3 3 6	1	7	0
hyper n° 18	3 3 3 3 3 4 5	6	42	12
hyper n° 19	**3 3 3 3 4 4 4**	**5**	**35**	**18**
Totaux		685	4795	1380

Tableau 1 : Hyper-systèmes de la base de données restreinte des échelles modales en multiples du quart de ton[16]

Il est évidemment possible de générer des échelles modales octaviantes pour un alphabet étendu (par exemple de 2/4 à 24/4 de ton, ou encore intégral avec un ambitus s'étendant de 1/4 à 24/4 de ton), avec un nombre nettement plus élevé d'échelles modales potentielles (respectivement 38 hyper-systèmes et 8008 x 7 sous-systèmes, et 186 hyper-systèmes et 14421 x 7 sous-systèmes) : dans l'absolu, et pour des systèmes exhaustifs sur grille de 24 quarts de ton (ambitus possible – alphabet – du quart de ton aux 24/4 de ton), le plus grand intervalle utilisable est l'intervalle de 18/4 de ton (système 1 1 1 1 1 1 18), soit quatre tons et demi ; dans le cas d'une limitation à un intervalle minimum de 2/4 de ton (un demi-ton), l'intervalle maximum utilisable dans une échelle heptatonique octaviante est l'intervalle de 12/4 de ton (le triton) : dans le cas d'une musique en intervalles multiples du demi-ton, l'intervalle maximum utilisable équivaut également au triton (hyper-système équivalent, en multiples

[16] Les termes NS et NSS signifient respectivement les « nombre de systèmes » et les « nombre de sous-systèmes » générés par l'hyper-système.

du quart de ton, à 2 2 2 2 2 2 12, dans lequel le « 12 », soit 12 quarts de ton, équivaut à un triton).

Il est évident que, pour ces dernières modélisations-générations, il est pratiquement impossible pour l'esprit musical d'appréhender la totalité des possibilités combinatoires : une restriction à la base de données « réaliste », avec un ambitus d'intervalles s'étendant du demi-ton au ton et demi, conforme à la pratique constatée de la musique modale, semble bien ici nécessaire et suffisante pour caractériser les échelles de cette musique – c'est par conséquent cette base de données qui a été choisie pour caractériser l'ensemble des échelles « réalistes » qui peuvent être générées sur une grille de vingt-quatre quarts de ton à l'octave (PGCD = quart de ton).

Dans cette optique, il nous reste deux variables à caractériser pour définir complètement une échelle quelconque dans le système de classement permis par la systématique modale : il faut caractériser, au sein de la base de données restreinte (ambitus d'intervalle compris entre un demi-ton et un ton et demi — inclus), l'hyper-système générateur du sous-système, selon le numéro d'ordre de rangement de cet hyper-système au sein de la BDD (base de données) restreinte : dans le cas du sous-système paradigme du mode majeur cité ci-dessus, l'écriture (la notation) incluant le numéro d'ordre de l'hyper-système au sein de cette base de données peut être traduite par la suite (12, 3, 1, 2 4 4 2 4 4 4). Pour prendre en compte le caractère octaviant de la base de données (et des échelles générées), il suffit de rajouter un nombre équivalant à la différence, exprimée en multiples du quart de ton, entre une base de données d'échelles non octaviantes (≠ 24 x quart de ton, ou différent de 24 x quart de ton) et une base de données d'échelles octaviantes (24 x quart de ton). Dans le cas particulier des échelles octaviantes, cette différence vaut zéro, d'où la notation de la figure 4, pour le sous-système correspondant au mode Rāst de la musique arabe (par exemple) :

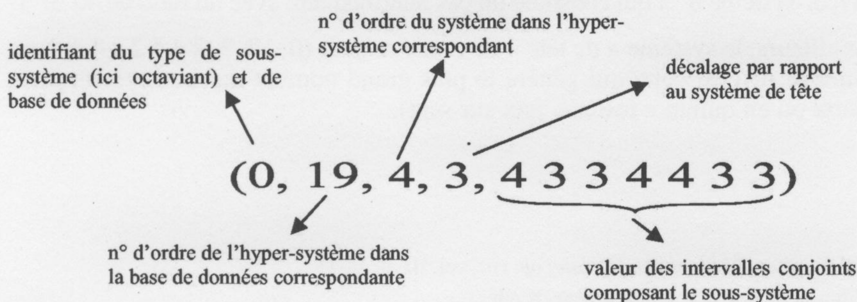


Figure 4 : Notation chiffrée de l'échelle du mode Rāst

Les quatre premiers éléments de cette notation indiquent un sous-système octaviant (**0**) en position **3** (et en décalage de deux degrés) par rapport au système de tête n° **4** de l'hyper-système n° **19** de la base de données « réaliste », sous-ensemble de la base de données globale correspondante. Le dernier élément décrit les intervalles conjoints suivants : **4 3 3 4 4 3 3** ; le nombre d'intervalles indique qu'il s'agit d'une

échelle heptatonique. Le sous-système du mode majeur sera identifié, au sein de cette même base de données, sous (0, 12, 3, 2, 4 4 2 4 4 4 2). Pour caractériser le système générateur de l'échelle du mode majeur, nous utiliserons donc la suite (0, 12, 3, 2 4 4 2 4 4 4), et l'hyper-système correspondant sera caractérisé comme (0, 12, 2 2 4 4 4 4 4). Avec cette méthode de notation et de classement, toute échelle composée d'intervalles pouvant être ramenés à des multiples du quart de ton, dans un ambitus allant du demi-ton au ton et demi, est rapidement identifiable au sein de l'ensemble des échelles de la base de données : le processus d'identification passe par un relevé des intervalles successifs d'une échelle, de leur rangement par ordre croissant pour déterminer l'hyper-système générateur, puis du repérage du système paradigme et du rang de l'échelle au sein de ce système. A partir de ce principe, il est possible de ranger la totalité des échelles modales traditionnelles relevées dans la littérature : un premier rangement a été effectué[17] dont un extrait pour le système paradigme du mode *Ḥijāz-Kār* peut être consulté sur le web[18].

Quelques particularités remarquables des systèmes modaux, découlant de l'observation du tableau des hyper-systèmes

Les premières observations que l'on peut faire sur les résultats figurant dans le tableau des hyper-systèmes de la base de données restreinte sont déjà significatives :

- L'ensemble des échelles qui peuvent être générées en multiples du demi-ton partage avec l'hyper-système n° 19, caractéristique du système paradigmatique *Rāst* de la musique arabe, une propriété importante : les sous-systèmes générés par ces quatre hyper-systèmes (marqués en gras dans le tableau 1) sont, à plus de 50 %, en quinte (ou en quarte) juste(s)[19].

- Les autres hyper-systèmes sont qualitativement différents, puisque leur capacité génératrice de sous-systèmes en quinte juste est inférieure à 30 % (à part l'hyper-système n° 5 qui constitue un cas intermédiaire avec un ratio de 40 %[20]).

- Par ailleurs, le système « de tête » du mode majeur (0, 12, 3, 2 4 4 2 4 4 4 dans l'annexe A[21]) est celui qui génère le plus grand nombre de sous-systèmes en quarte ou en quinte « justes » (six sur sept).

[17] Amine Beyhom, *Systématique modale*, *op. cit.*, vol. III, p. 14-71.

[18] http://musurgia.free.fr/beyhom/annexe_B.pdf

[19] Dans le cas particulier des échelles octaviantes, un système génère un nombre égal de sous-systèmes en quarte ou en quinte justes : cette équivalence est due au phénomène de l'inversion par rapport à l'octave, qui fait que toute échelle (sous-système) en quinte juste ascendante est également une échelle en quarte juste descendante, ce qui veut dire qu'une échelle en quinte juste ascendante, décalée à la quinte juste, devient une échelle en quarte juste ascendante – un cas particulier est représenté par les échelles en double quarte ET quinte juste, mais ce cas dépasse le cadre de cet article.

[20] Cet hyper-système particulier est très pauvre en sous-systèmes – échelles modales – en double quarte et quinte, à l'inverse des quatre hyper-systèmes n° 1, 6, 12 et 19, et à l'instar des hyper-systèmes restants.

[21] Consultable sur le web à l'adresse http://musurgia.free.fr/beyhom/annexe_A.pdf

- Notons aussi que les quatre hyper-systèmes cités ci-dessus (plus de 21 % des hyper-systèmes) génèrent dans l'absolu peu de systèmes par rapport à l'ensemble de la base de données (moins de 7 %).
- La musique arabe utilise, à part les quatre hyper-systèmes susmentionnés, neuf autres hyper-systèmes (treize en tout[22]) avec des taux de remplissage divers : le taux estimé d'utilisation par cette musique du potentiel global d'échelles qui peuvent être générées en intervalles multiples du quart de ton, dans un ambitus (alphabet) s'étendant du demi-ton au ton et demi, est inférieur à 10 % pour les systèmes et inférieur à 5 % pour les sous-systèmes[23].
- Le nombre maximum de « secondes augmentées » (intervalles de un ton et demi) pouvant rentrer dans la composition d'une échelle modale avec des intervalles minimaux limités au demi-ton est de deux.
- Etc.

Par ailleurs, les relevés systématiques dans la littérature spécialisée ont permis de recenser, pour le cas particulier de la musique arabe, plus de 50 systèmes (échelles paradigmatiques, comportant sept sous-systèmes potentiels par décalage de la tonique), et quelques 140 sous-systèmes (ou échelles modales) cités plus de 220 fois (tous ces nombres étant provisoires) sur des toniques distinctes (mêmes échelles sur des toniques différentes) : le nombre de dénominations différentes ou redondantes pour chaque échelle n'a pas été recensé. Cette prolifération de systèmes musicaux est expliquée en premier lieu par l'existence de l'intervalle de trois quarts de ton et sa prédominance dans la musique arabe : cet intervalle joue un rôle essentiel dans la formation des échelles de cette musique dont l'esthétique est axée sur les modulations et les transformations d'échelles au sein d'un même maqām (mode de la musique arabe). Ceci peut se déduire de l'observation du tableau des hyper-systèmes (tableau 1) : les deux hyper-systèmes comportant des intervalles de 3/4 de ton en plus du demi-ton et du ton, soit l'hyper système n° 16, générateur de l'échelle du mode *Bayāt* de la musique arabe (0, 16, 10, 4, 3 3 4 4 2 4 4 — figure 5), et l'hyper-système n° 19, générateur de l'échelle principale du mode *Rāst* de la musique arabe (0, 19, 4, 3, 4 3 3 4 4 3 3 — figure 6), (les bémols barrés indiquent un abaissement de la note d'un quart de ton approximatif), représentent à eux seuls quarante des sous-systèmes relevés dans la littérature spécialisée, soit un peu moins du tiers. La seule existence de l'intervalle de trois quarts de ton a permis ici de passer d'une dizaine d'échelles utilisées en musique arabe pour l'hyper-système n° 12 (paradigme générateur de l'échelle du mode majeur) à quelques cinquante échelles (sans compter les toniques différentes pour chaque échelle, et y compris les dix échelles en multiples de demi-ton) qui constituent un réservoir de modulation et de transformation de l'échelle nettement plus conséquent que celui constitué par des systèmes équivalents en multiples du demi-ton. Cette constatation permet d'affirmer qu'une des rai-

[22] Amine BEYHOM, *Systématique modale*, *op. cit.*, vol. 1, p. 296-300.

[23] Une recherche parallèle (*ibid.*, vol. III, p. 8-71) a été effectuée sur les échelles modales de la musique arabe, avec un relevé systématique dans un panel étendu de théories contemporaines du maqām.

sons majeures de l'existence de l'intervalle de trois quarts de ton pour la musique arabe est constituée par la nécessité, dans cette musique modale monodique, de l'existence d'échelles alternatives de modulation cohérente : ceci est confirmé par l'utilisation fréquente, en pratique de la musique modale arabe (et dans les théories contemporaines existantes) de l'hyper-système n° 9, générateur entre autres de l'échelle principale du mode *Ṣabā* de la musique arabe (0, 9, 90, 4, 3 3 2 6 2 4 4 — figure 7) ; ce mode possède notamment la particularité de pouvoir évoluer à l'octave supérieure sans passer par le degré octave (le *ré* de conclusion de l'échelle).

Une autre particularité du mode *Ṣabā* et d'autres modes utilisés en musique arabe contemporaine est l'inclusion d'un genre Ḥijāz (262), composé successivement des intervalles de un demi-ton, un ton et demi, un demi-ton (ici sur degrés *fa*, *sol*♭, *la* et *si*♭), configuration type qui semble conditionner l'utilisation de l'intervalle de un ton et demi dans ces modes. Une autre particularité encore, plus générale, est constituée par l'alternative à l'utilisation des intervalles de trois quarts de ton puisque l'une des variantes du mode *Ṣabā*, correspondant à l'échelle principale du mode *Ṣabā-Zamzamā* (0, 6, 20, 2 4 2 6 2 4 4 — figure 8), utilise uniquement des intervalles en multiples du demi-ton.

Par ailleurs, en observant les trois hyper-systèmes en multiples-équivalents de demi-ton (soit les hyper-systèmes n° 1, 6 et 12), on se rend compte que les deux hyper-systèmes comportant des « secondes augmentées » (des intervalles de un ton et demi) génèrent entre onze et douze fois plus de systèmes musicaux que l'hyper-système n° 12, générateur de l'échelle paradigme du mode majeur ; cette observation amène deux réflexions et observations supplémentaires :

- La profusion de modes « folkloriques » ou « ethniques » de la musique européenne riches en secondes augmentées semble correspondre à la même esthétique modulante et transformatrice (de l'échelle) que la musique arabe ;
- Il est notable que presque trois sur quatre échelles identifiées dans la littérature spécialisée en musique arabe (soit plus de 100 échelles) appartiennent à ces trois hyper-systèmes et aux trois hyper-systèmes n° 9 (*Huzām-Ṣabā*), 16 (*Bayāt*) et 19 (*Rāst*) cités ci-dessus. En d'autres termes, six hyper-systèmes, composés d'intervalles appartenant à un sous-ensemble de l'alphabet excluant l'intervalle de 5/4 de ton et représentant moins du tiers du nombre total d'hyper-systèmes, et un peu plus de 20 % de l'ensemble des systèmes de la base de données (soit 148 systèmes sur 685, ou 406 sous-systèmes sur 4795), génèrent à eux seuls trois-quarts des échelles relevées dans la littérature spécialisée : ceci est un indicateur « fort » sur un des aspect de l'esthétique intrinsèque de cette musique.
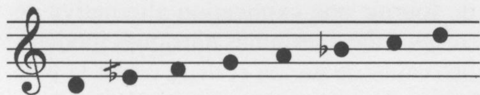


Figure 5 : Notation du mode *Bayāt* (avec *si*♭) de la musique arabe
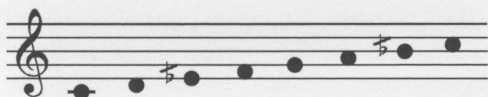


Figure 6 : Notation du mode *Rāst* de la musique arabe
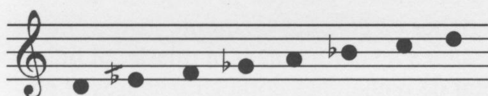


Figure 7 : Notation octaviante usuelle du mode *Ṣabā* de la musique arabe
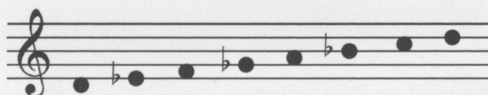


Figure 8 : Notation usuelle du mode *Ṣabā-Zamzamā* de la musique arabe[24]

Conclusions

La systématique modale est une théorie alternative de la modalité qui permet un classement inédit et exhaustif des échelles modales attestées ou potentielles de la musique modale, sur la base d'une grille composée de vingt-quatre quarts de ton : la structuration des échelles en hyper-systèmes (indicateurs de contenance des échelles), systèmes (échelle-type générant un certain nombre d'échelles — cinq pour le pentatonisme, sept pour l'heptatonisme, etc. — secondaires) et sous-systèmes (qui peuvent être assimilés à des échelles modales dès la fixation d'un degré de départ, d'une note de repos ou encore d'une tonique pour chaque échelle) permet un repérage cohérent et unique d'une échelle quelconque déduite, par exemple, d'une transcription ou d'un manuel théorique, ainsi que son rangement dans une base de données exhaustive. Une première étude méta-statistique basée sur la contenance intervallique (hyper-système) permet à ce stade de dégager des informations nouvelles

[24] Rappelons ici que ces notations n'indiquent qu'une possibilité d'échelle, en général principale, dans un panel de transformations scalaires défini par la tradition.

sur la composition des systèmes modaux, de fournir une explication alternative de l'utilisation fréquente des « secondes augmentées » dans certaines musiques modales européennes : l'existence d'un ou de deux intervalles de un ton et demi ouvre la voie à l'utilisation d'un nombre important d'échelles alternatives, traitement justifié par la nature première monodique des musiques modales. Pour le cas particulier de la musique arabe et du maqām, s'ajoute à ce facteur celui de l'existence de l'intervalle de trois quarts de ton qui multiplie les possibilités de modulation vers des échelles modales alternatives par un facteur 5 à 6. Il est notable, à ce stade, que l'existence même du système de classement de la systématique modale permet de déterminer certaines caractéristiques de l'esthétique des musiques modales : notons par exemple que les systèmes heptatoniques en multiples du demi-ton maximisent le nombre d'échelles en quarte et/ou quinte juste(s), et rappelons que le système du mode majeur est celui qui comporte le plus d'échelles modales en quinte juste ; la musique arabe semble porter moins d'importance à ce critère, puisque la majorité des systèmes qu'elle utilise sont relativement peu riches en échelles en quinte juste : notons aussi l'existence[25] de plusieurs échelles possibles ne comprenant ni quarte, ni quinte juste ; enfin, le présent article ne fait pas état de recherches complémentaires et particulières sur la structure interne des échelles modales, ou sur la probabilité de l'existence d'un processus alternatif de formation de l'échelle heptatonique : ces deux sujets seront détaillés dans des publications ultérieures.

Bibliographie

BEYHOM, A., *Systématique modale*, thèse de doctorat en trois volumes, Université de Paris Sorbonne, 2003.

D'ERLANGER, R., *La musique arabe*, Tome V, *Essai de codification des règles usuelles de la musique arabe moderne – Échelle générale des sons – Système modal*, Paris, Librairie orientaliste Paul Geuthner, 1949.

MATHIESEN, T. J., e.a., « Greece », *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, S. Sadie éd., London, Macmillan, 2001, tome 10, p. 327-359.

[25] Voir Annexe A, http://musurgia.free.fr/beyhom/annexe_A.pdf, et note n° 21.

Amine Beyhom, *Systématique modale : génération et classement d'échelles modales*

Annexe A

Liste des système de la base de données restreinte des échelles octaviantes en intervalles multiples du quart de ton (ambitus : 2/4 de ton à 6/4 de ton)

Légende : H. = hyper-système ; Valeur = intervalles successifs du système exprimés en multiples du quart de ton ; S. = système ;NS = nombre de systèmes ; NSS = nombre de sous-systèmes ; 5[tes] = nombre de sous-systèmes en quinte juste ; 4tes = nombre de sous-systèmes en quarte juste ; DQQ = nombre de sous-systèmes en quarte ET quinte juste.

Les sous-systèmes s'obtiennent par rotation des intervalles d'un système dans le sens contraire à l'aiguille d'une montre.

Les dix-neuf hyper-systèmes

H.	Valeur	NS	NSS	5tes
hyper n°1	2 2 2 2 4 6 6	15	105	58
hyper n°2	2 2 2 2 5 5 6	15	105	23
hyper n°3	2 2 2 3 3 6 6	30	210	54
hyper n°4	2 2 2 3 4 5 6	120	840	208
hyper n°5	2 2 2 3 5 5 5	20	140	56
hyper n°6	2 2 2 4 4 4 6	20	140	80
hyper n°7	2 2 2 4 4 5 5	30	210	40
hyper n°8	2 2 3 3 3 5 6	60	420	120
hyper n°9	2 2 3 3 4 4 6	90	630	168
hyper n° 10	2 2 3 3 4 5 5	90	630	210
hyper n° 11	2 2 3 4 4 4 5	60	420	96
hyper n° 12	2 2 4 4 4 4 4	3	21	12
hyper n° 13	2 3 3 3 3 4 6	30	210	46
hyper n° 14	2 3 3 3 3 5 5	15	105	29
hyper n° 15	2 3 3 3 4 4 5	60	420	120
hyper n° 16	2 3 3 4 4 4 4	15	105	30
hyper n° 17	3 3 3 3 3 3 6	1	7	0
hyper n° 18	3 3 3 3 3 4 5	6	42	12
hyper n° 19	3 3 3 3 4 4 4	5	35	18

Les systèmes, par hyper-système

H.	S.	Valeur	5tes	4tes	DQQ
1	1	2 2 2 2 4 6 6	3	3	1
1	2	2 2 2 2 6 4 6	4	4	3
1	3	2 2 2 2 6 6 4	3	3	1
1	4	2 2 2 4 2 6 6	3	3	0
1	5	2 2 2 4 6 2 6	4	4	1
1	6	2 2 2 6 2 4 6	4	4	2
1	7	2 2 2 6 2 6 4	4	4	1
1	8	2 2 2 6 4 2 6	4	4	2
1	9	2 2 2 6 6 2 4	3	3	0
1	10	2 2 4 2 2 6 6	4	4	1
1	11	2 2 4 2 6 2 6	4	4	1
1	12	2 2 4 6 2 2 6	5	5	3
1	13	2 2 6 2 2 6 4	5	5	3
1	14	2 2 6 2 4 2 6	4	4	1
1	15	2 2 6 2 6 2 4	4	4	1

H.	S.	Valeur	5tes	4tes	DQQ
2	1	2 2 2 2 5 5 6	2	2	1
2	2	2 2 2 2 5 6 5	0	0	0
2	3	2 2 2 2 6 5 5	2	2	1
2	4	2 2 2 5 2 5 6	1	1	0
2	5	2 2 2 5 2 6 5	0	0	0
2	6	2 2 2 5 5 2 6	3	3	1
2	7	2 2 2 5 6 2 5	0	0	0
2	8	2 2 2 6 2 5 5	3	3	1
2	9	2 2 2 6 5 2 5	1	1	0
2	10	2 2 5 2 2 5 6	1	1	0
2	11	2 2 5 2 2 6 5	1	1	0
2	12	2 2 5 2 5 2 6	2	2	0
2	13	2 2 5 2 6 2 5	1	1	0
2	14	2 2 5 5 2 2 6	4	4	2
2	15	2 2 6 2 5 2 5	2	2	0

H.	S.	Valeur	5tes	4tes	DQQ
3	1	2 2 2 3 3 6 6	2	2	0
3	2	2 2 2 3 6 3 6	1	1	0
3	3	2 2 2 3 6 6 3	0	0	0
3	4	2 2 2 6 3 3 6	2	2	0
3	5	2 2 2 6 3 6 3	1	1	0
3	6	2 2 2 6 6 3 3	2	2	0
3	7	2 2 3 2 3 6 6	2	2	0
3	8	2 2 3 2 6 3 6	1	1	0
3	9	2 2 3 2 6 6 3	1	1	0
3	10	2 2 3 3 2 6 6	3	3	0
3	11	2 2 3 3 6 2 6	3	3	0
3	12	2 2 3 6 2 3 6	1	1	0
3	13	2 2 3 6 2 6 3	1	1	0
3	14	2 2 3 6 3 2 6	2	2	0
3	15	2 2 3 6 6 2 3	1	1	0
3	16	2 2 6 2 3 3 6	3	3	0
3	17	2 2 6 2 3 6 3	2	2	0
3	18	2 2 6 2 6 3 3	3	3	0
3	19	2 2 6 3 2 3 6	2	2	0
3	20	2 2 6 3 2 6 3	1	1	0
3	21	2 2 6 3 3 2 6	3	3	0
3	22	2 2 6 3 6 2 3	1	1	0
3	23	2 2 6 6 2 3 3	3	3	0
3	24	2 2 6 6 3 2 3	2	2	0
3	25	2 3 2 3 2 6 6	2	2	0
3	26	2 3 2 3 6 2 6	2	2	0
3	27	2 3 2 6 2 3 6	1	1	0
3	28	2 3 2 6 2 6 3	2	2	0
3	29	2 3 2 6 3 2 6	1	1	0
3	30	2 3 3 2 6 2 6	3	3	0

H.	S.	Valeur	5tes	4tes	DQQ
4	1	2 2 2 3 4 5 6	1	1	0
4	2	2 2 2 3 4 6 5	1	1	0
4	3	2 2 2 3 5 4 6	3	3	2
4	4	2 2 2 3 5 6 4	3	3	1
4	5	2 2 2 3 6 4 5	1	1	0
4	6	2 2 2 3 6 5 4	1	1	0
4	7	2 2 2 4 3 5 6	2	2	0
4	8	2 2 2 4 3 6 5	1	1	0
4	9	2 2 2 4 5 3 6	2	2	0
4	10	2 2 2 4 5 6 3	1	1	0
4	11	2 2 2 4 6 3 5	3	3	1
4	12	2 2 2 4 6 5 3	3	3	1
4	13	2 2 2 5 3 4 6	3	3	2
4	14	2 2 2 5 3 6 4	3	3	1
4	15	2 2 2 5 4 3 6	1	1	0
4	16	2 2 2 5 4 6 3	1	1	0
4	17	2 2 2 5 6 3 4	1	1	0
4	18	2 2 2 5 6 4 3	1	1	0
4	19	2 2 2 6 3 4 5	1	1	0
4	20	2 2 2 6 3 5 4	2	2	0
4	21	2 2 2 6 4 3 5	3	3	2
4	22	2 2 2 6 4 5 3	3	3	2
4	23	2 2 2 6 5 3 4	2	2	0
4	24	2 2 2 6 5 4 3	1	1	0
4	25	2 2 3 2 4 5 6	1	1	0
4	26	2 2 3 2 4 6 5	1	1	0
4	27	2 2 3 2 5 4 6	3	3	2
4	28	2 2 3 2 5 6 4	2	2	1
4	29	2 2 3 2 6 4 5	1	1	0
4	30	2 2 3 2 6 5 4	0	0	0
4	31	2 2 3 4 2 5 6	1	1	0
4	32	2 2 3 4 2 6 5	0	0	0
4	33	2 2 3 4 5 2 6	2	2	0
4	34	2 2 3 4 6 2 5	1	1	0
4	35	2 2 3 5 2 4 6	4	4	2
4	36	2 2 3 5 2 6 4	3	3	1
4	37	2 2 3 5 4 2 6	3	3	1
4	38	2 2 3 5 6 2 4	2	2	0
4	39	2 2 3 6 2 4 5	0	0	0
4	40	2 2 3 6 2 5 4	0	0	0
4	41	2 2 3 6 4 2 5	1	1	0
4	42	2 2 3 6 5 2 4	1	1	0
4	43	2 2 4 2 3 5 6	3	3	1
4	44	2 2 4 2 3 6 5	1	1	0
4	45	2 2 4 2 5 3 6	3	3	1
4	46	2 2 4 2 5 6 3	1	1	0
4	47	2 2 4 2 6 3 5	2	2	0
4	48	2 2 4 2 6 5 3	2	2	0
4	49	2 2 4 3 2 5 6	2	2	1
4	50	2 2 4 3 2 6 5	0	0	0
4	51	2 2 4 3 5 2 6	3	3	1
4	52	2 2 4 3 6 2 5	0	0	0
4	53	2 2 4 5 2 3 6	2	2	1
4	54	2 2 4 5 2 6 3	0	0	0
4	55	2 2 4 5 3 2 6	3	3	1
4	56	2 2 4 5 6 2 3	0	0	0
4	57	2 2 4 6 2 3 5	3	3	1
4	58	2 2 4 6 2 5 3	3	3	1
4	59	2 2 4 6 3 2 5	2	2	1
4	60	2 2 4 6 5 2 3	2	2	1
4	61	2 2 5 2 3 4 6	3	3	2
4	62	2 2 5 2 3 6 4	2	2	1
4	63	2 2 5 2 4 3 6	1	1	0
4	64	2 2 5 2 4 6 3	1	1	0
4	65	2 2 5 2 6 3 4	0	0	0
4	66	2 2 5 2 6 4 3	1	1	0
4	67	2 2 5 3 2 4 6	4	4	2

4	68	2 2 5 3 2 6 4	3	3	1
4	69	2 2 5 3 4 2 6	3	3	1
4	70	2 2 5 3 6 2 4	2	2	0
4	71	2 2 5 4 2 3 6	1	1	0
4	72	2 2 5 4 2 6 3	0	0	0
4	73	2 2 5 4 3 2 6	2	2	0
4	74	2 2 5 4 6 2 3	1	1	0
4	75	2 2 5 6 2 3 4	0	0	0
4	76	2 2 5 6 2 4 3	0	0	0
4	77	2 2 5 6 3 2 4	1	1	0
4	78	2 2 5 6 4 2 3	1	1	0
4	79	2 2 6 2 3 4 5	2	2	0
4	80	2 2 6 2 3 5 4	3	3	1
4	81	2 2 6 2 4 3 5	3	3	1
4	82	2 2 6 2 4 5 3	3	3	1
4	83	2 2 6 2 5 3 4	3	3	1
4	84	2 2 6 2 5 4 3	2	2	0
4	85	2 2 6 3 2 4 5	1	1	0
4	86	2 2 6 3 2 5 4	2	2	1
4	87	2 2 6 3 4 2 5	1	1	0
4	88	2 2 6 3 5 2 4	3	3	1
4	89	2 2 6 4 2 3 5	4	4	2
4	90	2 2 6 4 2 5 3	4	4	2
4	91	2 2 6 4 3 2 5	3	3	2
4	92	2 2 6 4 5 2 3	3	3	2
4	93	2 2 6 5 2 3 4	2	2	1
4	94	2 2 6 5 2 4 3	1	1	0
4	95	2 2 6 5 3 2 4	3	3	1
4	96	2 2 6 5 4 2 3	1	1	0
4	97	2 3 2 4 2 5 6	0	0	0
4	98	2 3 2 4 2 6 5	1	1	0
4	99	2 3 2 4 5 2 6	1	1	0
4	100	2 3 2 4 6 2 5	2	2	0
4	101	2 3 2 5 2 4 6	2	2	0
4	102	2 3 2 5 2 6 4	2	2	0
4	103	2 3 2 5 4 2 6	2	2	1
4	104	2 3 2 5 6 2 4	1	1	0
4	105	2 3 2 6 2 4 5	2	2	1
4	106	2 3 2 6 2 5 4	1	1	0
4	107	2 3 2 6 4 2 5	2	2	0
4	108	2 3 2 6 5 2 4	0	0	0
4	109	2 3 4 2 5 2 6	1	1	0
4	110	2 3 4 2 6 2 5	2	2	1
4	111	2 3 5 2 4 2 6	3	3	1
4	112	2 3 5 2 6 2 4	3	3	1
4	113	2 3 6 2 4 2 5	1	1	0
4	114	2 3 6 2 5 2 4	0	0	0
4	115	2 4 2 5 2 6 3	0	0	0
4	116	2 4 2 5 3 2 6	3	3	1
4	117	2 4 2 6 2 5 3	3	3	1
4	118	2 4 2 6 3 2 5	1	1	0
4	119	2 4 3 2 5 2 6	2	2	1
4	120	2 4 3 2 6 2 5	1	1	0

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
5	1	2 2 2 3 5 5 5	3	3	1
5	2	2 2 2 5 3 5 5	2	2	1
5	3	2 2 2 5 5 3 5	2	2	1
5	4	2 2 2 5 5 5 3	3	3	1
5	5	2 2 3 2 5 5 5	3	3	1
5	6	2 2 3 5 2 5 5	3	3	1
5	7	2 2 3 5 5 2 5	2	2	0
5	8	2 2 5 2 3 5 5	3	3	1
5	9	2 2 5 2 5 3 5	2	2	0
5	10	2 2 5 2 5 5 3	2	2	0
5	11	2 2 5 3 2 5 5	4	4	1
5	12	2 2 5 3 5 2 5	2	2	0
5	13	2 2 5 5 2 3 5	4	4	1
5	14	2 2 5 5 2 5 3	3	3	1
5	15	2 2 5 5 3 2 5	3	3	1
5	16	2 2 5 5 5 2 3	3	3	1
5	17	2 3 2 5 2 5 5	3	3	0
5	18	2 3 2 5 5 2 5	3	3	0
5	19	2 3 5 2 5 2 5	3	3	0
5	20	2 5 2 5 2 5 3	3	3	0

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
6	1	2 2 2 4 4 4 6	4	4	3
6	2	2 2 2 4 4 6 4	5	5	4
6	3	2 2 2 4 6 4 4	5	5	4
6	4	2 2 2 6 4 4 4	4	4	3
6	5	2 2 4 2 4 4 6	5	5	4
6	6	2 2 4 2 4 6 4	4	4	3
6	7	2 2 4 2 6 4 4	3	3	1
6	8	2 2 4 4 2 4 6	5	5	3
6	9	2 2 4 4 2 6 4	3	3	1
6	10	2 2 4 4 4 2 6	4	4	2
6	11	2 2 4 4 6 2 4	3	3	1
6	12	2 2 4 6 2 4 4	3	3	1
6	13	2 2 4 6 4 2 4	4	4	3
6	14	2 2 6 2 4 4 4	4	4	2
6	15	2 2 6 4 2 4 4	5	5	3
6	16	2 2 6 4 4 2 4	5	5	4
6	17	2 4 2 4 2 4 6	3	3	0
6	18	2 4 2 4 2 6 4	3	3	0
6	19	2 4 2 4 4 2 6	4	4	2
6	20	2 4 2 6 2 4 4	4	4	2

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
7	1	2 2 2 4 4 5 5	3	3	2
7	2	2 2 2 4 5 4 5	1	1	0
7	3	2 2 2 4 5 5 4	3	3	2
7	4	2 2 2 5 4 4 5	0	0	0
7	5	2 2 2 5 4 5 4	1	1	0
7	6	2 2 2 5 5 4 4	3	3	2
7	7	2 2 4 2 4 5 5	3	3	2
7	8	2 2 4 2 5 4 5	1	1	0
7	9	2 2 4 2 5 5 4	2	2	1
7	10	2 2 4 4 2 5 5	3	3	1
7	11	2 2 4 4 5 2 5	1	1	0
7	12	2 2 4 5 2 4 5	0	0	0
7	13	2 2 4 5 2 5 4	0	0	0
7	14	2 2 4 5 4 2 5	0	0	0
7	15	2 2 4 5 5 2 4	2	2	1
7	16	2 2 5 2 4 4 5	1	1	0
7	17	2 2 5 2 4 5 4	0	0	0
7	18	2 2 5 2 5 4 4	1	1	0
7	19	2 2 5 4 2 4 5	1	1	0
7	20	2 2 5 4 2 5 4	0	0	0
7	21	2 2 5 4 4 2 5	1	1	0
7	22	2 2 5 4 5 2 4	1	1	0
7	23	2 2 5 5 2 4 4	3	3	1
7	24	2 2 5 5 4 2 4	3	3	2
7	25	2 4 2 4 2 5 5	2	2	0
7	26	2 4 2 4 5 2 5	1	1	0
7	27	2 4 2 5 2 4 5	0	0	0
7	28	2 4 2 5 2 5 4	1	1	0
7	29	2 4 2 5 4 2 5	0	0	0
7	30	2 4 4 2 5 2 5	2	2	0

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
8	1	2 2 3 3 3 5 6	2	2	0
8	2	2 2 3 3 3 6 5	1	1	0
8	3	2 2 3 3 5 3 6	2	2	0
8	4	2 2 3 3 5 6 3	2	2	0
8	5	2 2 3 3 6 3 5	2	2	0
8	6	2 2 3 3 6 5 3	3	3	0

8	7	2 2 3 5 3 3 6	2	2	0
8	8	2 2 3 5 3 6 3	2	2	0
8	9	2 2 3 5 6 3 3	3	3	0
8	10	2 2 3 6 3 3 5	1	1	0
8	11	2 2 3 6 3 5 3	2	2	0
8	12	2 2 3 6 5 3 3	2	2	0
8	13	2 2 5 3 3 3 6	2	2	0
8	14	2 2 5 3 3 6 3	1	1	0
8	15	2 2 5 3 6 3 3	2	2	0
8	16	2 2 5 6 3 3 3	1	1	0
8	17	2 2 6 3 3 3 5	2	2	0
8	18	2 2 6 3 3 5 3	2	2	0
8	19	2 2 6 3 5 3 3	2	2	0
8	20	2 2 6 5 3 3 3	2	2	0
8	21	2 3 2 3 3 5 6	1	1	0
8	22	2 3 2 3 3 6 5	2	2	0
8	23	2 3 2 3 5 3 6	2	2	0
8	24	2 3 2 3 5 6 3	3	3	0
8	25	2 3 2 3 6 3 5	3	3	0
8	26	2 3 2 3 6 5 3	3	3	0
8	27	2 3 2 5 3 3 6	2	2	0
8	28	2 3 2 5 3 6 3	3	3	0
8	29	2 3 2 5 6 3 3	2	2	0
8	30	2 3 2 6 3 3 5	2	2	0
8	31	2 3 2 6 3 5 3	2	2	0
8	32	2 3 2 6 5 3 3	1	1	0
8	33	2 3 3 2 3 5 6	2	2	0
8	34	2 3 3 2 3 6 5	2	2	0
8	35	2 3 3 2 5 3 6	3	3	0
8	36	2 3 3 2 5 6 3	2	2	0
8	37	2 3 3 2 6 3 5	3	3	0
8	38	2 3 3 2 6 5 3	2	2	0
8	39	2 3 3 3 2 5 6	1	1	0
8	40	2 3 3 3 2 6 5	1	1	0
8	41	2 3 3 3 5 2 6	2	2	0
8	42	2 3 3 3 6 2 5	1	1	0
8	43	2 3 3 5 2 3 6	2	2	0
8	44	2 3 3 5 2 6 3	1	1	0
8	45	2 3 3 5 3 2 6	2	2	0
8	46	2 3 3 6 2 3 5	3	3	0
8	47	2 3 3 6 2 5 3	2	2	0
8	48	2 3 3 6 3 2 5	2	2	0
8	49	2 3 5 2 3 6 3	3	3	0
8	50	2 3 5 2 6 3 3	2	2	0
8	51	2 3 5 3 2 3 6	2	2	0
8	52	2 3 5 3 2 6 3	2	2	0
8	53	2 3 5 3 3 2 6	2	2	0
8	54	2 3 6 2 5 3 3	1	1	0
8	55	2 3 6 3 2 5 3	3	3	0
8	56	2 3 6 3 3 2 5	2	2	0
8	57	2 5 2 6 3 3 3	1	1	0
8	58	2 5 3 2 6 3 3	3	3	0
8	59	2 5 3 3 2 6 3	2	2	0
8	60	2 5 3 3 3 2 6	2	2	0

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
9	1	2 2 3 3 4 4 6	4	4	3
9	2	2 2 3 3 4 6 4	4	4	3
9	3	2 2 3 3 6 4 4	3	3	1
9	4	2 2 3 4 3 4 6	3	3	2
9	5	2 2 3 4 3 6 4	2	2	1
9	6	2 2 3 4 4 3 6	1	1	0
9	7	2 2 3 4 4 6 3	2	2	1
9	8	2 2 3 4 6 3 4	1	1	0
9	9	2 2 3 4 6 4 3	3	3	2
9	10	2 2 3 6 3 4 4	1	1	0
9	11	2 2 3 6 4 3 4	1	1	0
9	12	2 2 3 6 4 4 3	2	2	1
9	13	2 2 4 3 3 4 6	4	4	3
9	14	2 2 4 3 3 6 4	2	2	1
9	15	2 2 4 3 4 3 6	2	2	1
9	16	2 2 4 3 4 6 3	1	1	0
9	17	2 2 4 3 6 3 4	0	0	0
9	18	2 2 4 3 6 4 3	1	1	0
9	19	2 2 4 4 3 3 6	3	3	1
9	20	2 2 4 4 3 6 3	1	1	0
9	21	2 2 4 4 6 3 3	3	3	1
9	22	2 2 4 6 3 3 4	2	2	1
9	23	2 2 4 6 3 4 3	2	2	1
9	24	2 2 4 6 4 3 3	4	4	3
9	25	2 2 6 3 3 4 4	3	3	1
9	26	2 2 6 3 4 3 4	2	2	1
9	27	2 2 6 3 4 4 3	1	1	0
9	28	2 2 6 4 3 3 4	4	4	3
9	29	2 2 6 4 3 4 3	3	3	2
9	30	2 2 6 4 4 3 3	4	4	3
9	31	2 3 2 3 4 4 6	2	2	1
9	32	2 3 2 3 4 6 4	3	3	2
9	33	2 3 2 3 6 4 4	3	3	1
9	34	2 3 2 4 3 4 6	1	1	0
9	35	2 3 2 4 3 6 4	1	1	0
9	36	2 3 2 4 4 3 6	1	1	0
9	37	2 3 2 4 4 6 3	3	3	1
9	38	2 3 2 4 6 3 4	1	1	0
9	39	2 3 2 4 6 4 3	3	3	2
9	40	2 3 2 6 3 4 4	1	1	0
9	41	2 3 2 6 4 3 4	1	1	0
9	42	2 3 2 6 4 4 3	2	2	1
9	43	2 3 3 2 4 4 6	3	3	1
9	44	2 3 3 2 4 6 4	3	3	2
9	45	2 3 3 2 6 4 4	3	3	1
9	46	2 3 3 4 2 4 6	3	3	0
9	47	2 3 3 4 2 6 4	2	2	0
9	48	2 3 3 4 4 2 6	3	3	1
9	49	2 3 3 4 6 2 4	2	2	0
9	50	2 3 3 6 2 4 4	2	2	0
9	51	2 3 3 6 4 2 4	2	2	0
9	52	2 3 4 2 3 4 6	1	1	0
9	53	2 3 4 2 3 6 4	1	1	0
9	54	2 3 4 2 4 3 6	1	1	0
9	55	2 3 4 2 4 6 3	2	2	0
9	56	2 3 4 2 6 3 4	0	0	0
9	57	2 3 4 2 6 4 3	1	1	0
9	58	2 3 4 3 2 4 6	2	2	0
9	59	2 3 4 3 2 6 4	2	2	0
9	60	2 3 4 3 4 2 6	2	2	1
9	61	2 3 4 3 6 2 4	1	1	0
9	62	2 3 4 4 2 3 6	1	1	0
9	63	2 3 4 4 2 6 3	1	1	0
9	64	2 3 4 4 3 2 6	1	1	0
9	65	2 3 4 6 2 4 3	1	1	0
9	66	2 3 4 6 3 2 4	1	1	0
9	67	2 3 6 2 4 3 4	0	0	0
9	68	2 3 6 2 4 4 3	1	1	0
9	69	2 3 6 3 2 4 4	2	2	0
9	70	2 3 6 3 4 2 4	1	1	0
9	71	2 3 6 4 2 4 3	2	2	0
9	72	2 3 6 4 3 2 4	1	1	0
9	73	2 4 2 4 3 3 6	2	2	0
9	74	2 4 2 4 3 6 3	1	1	0
9	75	2 4 2 4 6 3 3	2	2	0
9	76	2 4 2 6 3 3 4	2	2	0
9	77	2 4 2 6 3 4 3	1	1	0
9	78	2 4 2 6 4 3 3	2	2	0
9	79	2 4 3 2 4 3 6	0	0	0
9	80	2 4 3 2 4 6 3	1	1	0
9	81	2 4 3 2 6 3 4	1	1	0
9	82	2 4 3 2 6 4 3	1	1	0
9	83	2 4 3 3 2 4 6	2	2	0
9	84	2 4 3 3 2 6 4	3	3	0
9	85	2 4 3 3 4 2 6	3	3	2
9	86	2 4 3 4 2 6 3	0	0	0

9	87	2 4 3 4 3 2 6	2	2	1
9	88	2 4 4 2 6 3 3	2	2	0
9	89	2 4 4 3 2 6 3	1	1	0
9	90	2 4 4 3 3 2 6	3	3	1

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
10	1	2 2 3 3 4 5 5	3	3	2
10	2	2 2 3 3 5 4 5	1	1	0
10	3	2 2 3 3 5 5 4	2	2	1
10	4	2 2 3 4 3 5 5	2	2	1
10	5	2 2 3 4 5 3 5	1	1	0
10	6	2 2 3 4 5 5 3	3	3	1
10	7	2 2 3 5 3 4 5	1	1	0
10	8	2 2 3 5 3 5 4	1	1	0
10	9	2 2 3 5 4 3 5	2	2	1
10	10	2 2 3 5 4 5 3	3	3	1
10	11	2 2 3 5 5 3 4	2	2	0
10	12	2 2 3 5 5 4 3	3	3	1
10	13	2 2 4 3 3 5 5	2	2	1
10	14	2 2 4 3 5 3 5	1	1	0
10	15	2 2 4 3 5 5 3	2	2	0
10	16	2 2 4 5 3 3 5	1	1	0
10	17	2 2 4 5 3 5 3	1	1	0
10	18	2 2 4 5 5 3 3	2	2	1
10	19	2 2 5 3 3 4 5	2	2	0
10	20	2 2 5 3 3 5 4	1	1	0
10	21	2 2 5 3 4 3 5	3	3	1
10	22	2 2 5 3 4 5 3	2	2	1
10	23	2 2 5 3 5 3 4	1	1	0
10	24	2 2 5 3 5 4 3	1	1	0
10	25	2 2 5 4 3 3 5	2	2	0
10	26	2 2 5 4 3 5 3	1	1	0
10	27	2 2 5 4 5 3 3	1	1	0
10	28	2 2 5 5 3 3 4	2	2	1
10	29	2 2 5 5 3 4 3	2	2	1
10	30	2 2 5 5 4 3 3	3	3	2
10	31	2 3 2 3 4 5 5	3	3	1
10	32	2 3 2 3 5 4 5	3	3	1
10	33	2 3 2 3 5 5 4	3	3	1
10	34	2 3 2 4 3 5 5	2	2	0
10	35	2 3 2 4 5 3 5	2	2	0
10	36	2 3 2 4 5 5 3	3	3	1
10	37	2 3 2 5 3 4 5	3	3	1
10	38	2 3 2 5 3 5 4	2	2	0
10	39	2 3 2 5 4 3 5	3	3	1
10	40	2 3 2 5 4 5 3	3	3	1
10	41	2 3 2 5 5 3 4	2	2	0
10	42	2 3 2 5 5 4 3	3	3	1
10	43	2 3 3 2 4 5 5	3	3	1
10	44	2 3 3 2 5 4 5	3	3	1
10	45	2 3 3 2 5 5 4	3	3	1
10	46	2 3 3 4 2 5 5	3	3	0
10	47	2 3 3 4 5 2 5	2	2	0
10	48	2 3 3 5 2 4 5	2	2	1
10	49	2 3 3 5 2 5 4	1	1	0
10	50	2 3 3 5 4 2 5	1	1	0
10	51	2 3 3 5 5 2 4	1	1	0
10	52	2 3 4 2 3 5 5	3	3	1
10	53	2 3 4 2 5 3 5	3	3	1
10	54	2 3 4 2 5 5 3	2	2	0
10	55	2 3 4 3 2 5 5	4	4	1
10	56	2 3 4 3 5 2 5	3	3	1
10	57	2 3 4 5 2 3 5	4	4	1
10	58	2 3 4 5 2 5 3	2	2	0
10	59	2 3 4 5 3 2 5	3	3	1
10	60	2 3 5 2 3 5 4	4	4	1
10	61	2 3 5 2 4 3 5	4	4	1
10	62	2 3 5 2 4 5 3	3	3	1
10	63	2 3 5 2 5 3 4	3	3	1
10	64	2 3 5 2 5 4 3	2	2	0
10	65	2 3 5 3 2 4 5	3	3	1
10	66	2 3 5 3 2 5 4	3	3	1
10	67	2 3 5 3 4 2 5	2	2	0
10	68	2 3 5 3 5 2 4	2	2	1
10	69	2 3 5 4 2 5 3	3	3	1
10	70	2 3 5 4 3 2 5	3	3	1
10	71	2 3 5 5 2 4 3	2	2	0
10	72	2 3 5 5 3 2 4	3	3	1
10	73	2 4 2 5 3 3 5	2	2	1
10	74	2 4 2 5 3 5 3	2	2	1
10	75	2 4 2 5 5 3 3	1	1	0
10	76	2 4 3 2 5 3 5	3	3	1
10	77	2 4 3 2 5 5 3	3	3	1
10	78	2 4 3 3 2 5 5	3	3	0
10	79	2 4 3 3 5 2 5	2	2	0
10	80	2 4 3 5 2 5 3	3	3	1
10	81	2 4 3 5 3 2 5	2	2	0
10	82	2 4 5 2 5 3 3	1	1	0
10	83	2 4 5 3 2 5 3	4	4	1
10	84	2 4 5 3 3 2 5	1	1	0
10	85	2 5 2 5 3 3 4	2	2	0
10	86	2 5 2 5 3 4 3	3	3	1
10	87	2 5 2 5 4 3 3	2	2	0
10	88	2 5 3 2 5 3 4	4	4	1
10	89	2 5 3 2 5 4 3	4	4	1
10	90	2 5 3 3 2 5 4	2	2	1

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
11	1	2 2 3 4 4 4 5	0	0	0
11	2	2 2 3 4 4 5 4	0	0	0
11	3	2 2 3 4 5 4 4	1	1	0
11	4	2 2 3 5 4 4 4	2	2	1
11	5	2 2 4 3 4 4 5	0	0	0
11	6	2 2 4 3 4 5 4	0	0	0
11	7	2 2 4 3 5 4 4	1	1	0
11	8	2 2 4 4 3 4 5	1	1	0
11	9	2 2 4 4 3 5 4	1	1	0
11	10	2 2 4 4 4 3 5	2	2	1
11	11	2 2 4 4 4 5 3	2	2	1
11	12	2 2 4 4 5 3 4	1	1	0
11	13	2 2 4 4 5 4 3	1	1	0
11	14	2 2 4 5 3 4 4	1	1	0
11	15	2 2 4 5 4 3 4	0	0	0
11	16	2 2 4 5 4 4 3	0	0	0
11	17	2 2 5 3 4 4 4	2	2	1
11	18	2 2 5 4 3 4 4	1	1	0
11	19	2 2 5 4 4 3 4	0	0	0
11	20	2 2 5 4 4 4 3	0	0	0
11	21	2 3 2 4 4 4 5	2	2	1
11	22	2 3 2 4 4 5 4	1	1	0
11	23	2 3 2 4 5 4 4	1	1	0
11	24	2 3 2 5 4 4 4	2	2	1
11	25	2 3 4 2 4 4 5	3	3	2
11	26	2 3 4 2 4 5 4	1	1	0
11	27	2 3 4 2 5 4 4	1	1	0
11	28	2 3 4 4 2 4 5	3	3	2
11	29	2 3 4 4 2 5 4	1	1	0
11	30	2 3 4 4 4 2 5	2	2	1
11	31	2 3 4 4 5 2 4	0	0	0
11	32	2 3 4 5 2 4 4	2	2	0
11	33	2 3 4 5 4 2 4	1	1	0
11	34	2 3 5 2 4 4 4	4	4	2
11	35	2 3 5 4 2 4 4	4	4	2
11	36	2 3 5 4 4 2 4	3	3	2
11	37	2 4 2 4 3 4 5	1	1	0
11	38	2 4 2 4 3 5 4	2	2	0
11	39	2 4 2 4 4 3 5	3	3	2
11	40	2 4 2 4 4 5 3	3	3	2
11	41	2 4 2 4 5 3 4	2	2	0
11	42	2 4 2 4 5 4 3	1	1	0

11	43	2 4 2 5 3 4 4	3	3	2
11	44	2 4 2 5 4 3 4	1	1	0
11	45	2 4 2 5 4 4 3	0	0	0
11	46	2 4 3 2 4 4 5	1	1	0
11	47	2 4 3 2 4 5 4	1	1	0
11	48	2 4 3 2 5 4 4	3	3	2
11	49	2 4 3 4 2 4 5	1	1	0
11	50	2 4 3 4 2 5 4	1	1	0
11	51	2 4 3 4 4 2 5	1	1	0
11	52	2 4 3 5 2 4 4	4	4	2
11	53	2 4 4 2 4 5 3	4	4	2
11	54	2 4 4 2 5 3 4	4	4	2
11	55	2 4 4 2 5 4 3	2	2	0
11	56	2 4 4 3 2 4 5	1	1	0
11	57	2 4 4 3 2 5 4	3	3	2
11	58	2 4 4 3 4 2 5	1	1	0
11	59	2 4 4 4 2 5 3	4	4	2
11	60	2 4 4 4 3 2 5	2	2	1

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
12	1	2 2 4 4 4 4 4	2	2	1
12	2	2 4 2 4 4 4 4	4	4	3
12	3	2 4 4 2 4 4 4	6	6	5

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
13	1	2 3 3 3 3 4 6	2	2	0
13	2	2 3 3 3 3 6 4	1	1	0
13	3	2 3 3 3 4 3 6	2	2	0
13	4	2 3 3 3 4 6 3	2	2	0
13	5	2 3 3 3 6 3 4	0	0	0
13	6	2 3 3 3 6 4 3	1	1	0
13	7	2 3 3 4 3 3 6	3	3	0
13	8	2 3 3 4 3 6 3	2	2	0
13	9	2 3 3 4 6 3 3	2	2	0
13	10	2 3 3 6 3 3 4	1	1	0
13	11	2 3 3 6 3 4 3	1	1	0
13	12	2 3 3 6 4 3 3	2	2	0
13	13	2 3 4 3 3 3 6	2	2	0
13	14	2 3 4 3 3 6 3	2	2	0
13	15	2 3 4 3 6 3 3	1	1	0
13	16	2 3 4 6 3 3 3	1	1	0
13	17	2 3 6 3 3 3 4	1	1	0
13	18	2 3 6 3 3 4 3	2	2	0
13	19	2 3 6 3 4 3 3	2	2	0
13	20	2 3 6 4 3 3 3	2	2	0
13	21	2 4 3 3 3 3 6	1	1	0
13	22	2 4 3 3 3 6 3	1	1	0
13	23	2 4 3 3 6 3 3	1	1	0
13	24	2 4 3 6 3 3 3	0	0	0
13	25	2 4 6 3 3 3 3	1	1	0
13	26	2 6 3 3 3 3 4	1	1	0
13	27	2 6 3 3 3 4 3	2	2	0
13	28	2 6 3 3 4 3 3	3	3	0
13	29	2 6 3 4 3 3 3	2	2	0
13	30	2 6 4 3 3 3 3	2	2	0

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
14	1	2 3 3 3 3 5 5	2	2	0
14	2	2 3 3 3 5 3 5	2	2	0
14	3	2 3 3 3 5 5 3	2	2	0
14	4	2 3 3 5 3 3 5	2	2	0
14	5	2 3 3 5 3 5 3	1	1	0
14	6	2 3 3 5 5 3 3	1	1	0
14	7	2 3 5 3 3 3 5	3	3	0
14	8	2 3 5 3 3 5 3	2	2	0
14	9	2 3 5 3 5 3 3	1	1	0
14	10	2 3 5 5 3 3 3	2	2	0
14	11	2 5 3 3 3 3 5	2	2	0
14	12	2 5 3 3 3 5 3	3	3	0
14	13	2 5 3 3 5 3 3	2	2	0
14	14	2 5 3 5 3 3 3	2	2	0
14	15	2 5 5 3 3 3 3	2	2	0

H.	**S.**	**Valeur**	**5tes**	**4tes**	**DQQ**
15	1	2 3 3 3 4 4 5	2	2	1
15	2	2 3 3 3 4 5 4	1	1	0
15	3	2 3 3 3 5 4 4	1	1	0
15	4	2 3 3 4 3 4 5	3	3	1
15	5	2 3 3 4 3 5 4	2	2	0
15	6	2 3 3 4 4 3 5	3	3	1
15	7	2 3 3 4 4 5 3	2	2	1
15	8	2 3 3 4 5 3 4	1	1	0
15	9	2 3 3 4 5 4 3	1	1	0
15	10	2 3 3 5 3 4 4	1	1	0
15	11	2 3 3 5 4 3 4	0	0	0
15	12	2 3 3 5 4 4 3	0	0	0
15	13	2 3 4 3 3 4 5	4	4	2
15	14	2 3 4 3 3 5 4	2	2	0
15	15	2 3 4 3 4 3 5	4	4	2
15	16	2 3 4 3 4 5 3	2	2	1
15	17	2 3 4 3 5 3 4	1	1	0
15	18	2 3 4 3 5 4 3	1	1	0
15	19	2 3 4 4 3 3 5	3	3	1
15	20	2 3 4 4 3 5 3	1	1	0
15	21	2 3 4 4 5 3 3	0	0	0
15	22	2 3 4 5 3 3 4	1	1	0
15	23	2 3 4 5 3 4 3	1	1	0
15	24	2 3 4 5 4 3 3	1	1	0
15	25	2 3 5 3 3 4 4	3	3	1
15	26	2 3 5 3 4 3 4	2	2	1
15	27	2 3 5 3 4 4 3	1	1	0
15	28	2 3 5 4 3 3 4	3	3	2
15	29	2 3 5 4 3 4 3	2	2	1
15	30	2 3 5 4 4 3 3	2	2	1
15	31	2 4 3 3 3 4 5	2	2	0
15	32	2 4 3 3 3 5 4	2	2	0
15	33	2 4 3 3 4 3 5	4	4	2
15	34	2 4 3 3 4 5 3	3	3	2
15	35	2 4 3 3 5 3 4	2	2	0
15	36	2 4 3 3 5 4 3	1	1	0
15	37	2 4 3 4 3 3 5	3	3	1
15	38	2 4 3 4 3 5 3	2	2	1
15	39	2 4 3 4 5 3 3	0	0	0
15	40	2 4 3 5 3 3 4	2	2	0
15	41	2 4 3 5 3 4 3	1	1	0
15	42	2 4 3 5 4 3 3	1	1	0
15	43	2 4 4 3 3 3 5	3	3	1
15	44	2 4 4 3 3 5 3	3	3	1
15	45	2 4 4 3 5 3 3	1	1	0
15	46	2 4 4 5 3 3 3	1	1	0
15	47	2 4 5 3 3 3 4	2	2	0
15	48	2 4 5 3 3 4 3	2	2	0
15	49	2 4 5 3 4 3 3	2	2	0
15	50	2 4 5 4 3 3 3	1	1	0
15	51	2 5 3 3 3 4 4	3	3	1
15	52	2 5 3 3 4 3 4	3	3	1
15	53	2 5 3 3 4 4 3	3	3	1
15	54	2 5 3 4 3 3 4	4	4	2
15	55	2 5 3 4 3 4 3	4	4	2
15	56	2 5 3 4 4 3 3	3	3	1
15	57	2 5 4 3 3 3 4	2	2	0
15	58	2 5 4 3 3 4 3	4	4	2
15	59	2 5 4 3 4 3 3	3	3	1
15	60	2 5 4 4 3 3 3	2	2	1

H.	S.	Valeur	5tes	4tes	DQQ
16	1	2 3 3 4 4 4 4	2	2	1
16	2	2 3 4 3 4 4 4	2	2	1
16	3	2 3 4 4 3 4 4	1	1	0
16	4	2 3 4 4 4 3 4	0	0	0
16	5	2 3 4 4 4 4 3	0	0	0
16	6	2 4 3 3 4 4 4	4	4	3
16	7	2 4 3 4 3 4 4	3	3	2
16	8	2 4 3 4 4 3 4	1	1	0
16	9	2 4 3 4 4 4 3	0	0	0
16	10	2 4 4 3 3 4 4	5	5	4
16	11	2 4 4 3 4 3 4	3	3	2
16	12	2 4 4 3 4 4 3	1	1	0
16	13	2 4 4 4 3 3 4	4	4	3
16	14	2 4 4 4 3 4 3	2	2	1
16	15	2 4 4 4 4 3 3	2	2	1

H.	S.	Valeur	5tes	4tes	DQQ
17	1	3 3 3 3 3 3 6	0	0	0

H.	S.	Valeur	5tes	4tes	DQQ
18	1	3 3 3 3 3 4 5	1	1	0
18	2	3 3 3 3 3 5 4	1	1	0
18	3	3 3 3 3 4 3 5	2	2	0
18	4	3 3 3 3 5 3 4	2	2	0
18	5	3 3 3 4 3 3 5	3	3	0
18	6	3 3 3 5 3 3 4	3	3	0

H.	S.	Valeur	5tes	4tes	DQQ
19	1	3 3 3 3 4 4 4	2	2	1
19	2	3 3 3 4 3 4 4	3	3	1
19	3	3 3 3 4 4 3 4	3	3	1
19	4	3 3 4 3 3 4 4	5	5	3
19	5	3 3 4 3 4 3 4	5	5	3

Amine BEYHOM, *Systématique modale : génération et classement d'échelles modales*

Annexe B

Rangement des échelles en tableaux synoptiques : exemples des systèmes générateurs des modes Suznāk (0,9,85, 2 4 3 3 4 2 6) et Ḥijāz-Kār (0,1,14, 2 2 6 2 4 2 6)

Un exemple typique de tableau (réduit ici à un seul système) est celui du système Suznāk ci-dessous :

1) La première ligne rappelle le numéro de l'hyper-système générateur : le numéro (ici n° 9) correspond au rangement de l'hyper-système au sein de la base de données restreinte (en fin d'Annexes, voir table des matières) ; la première suite de chiffres correspond à la notation RS de l'hyper-système, indiquant ici que cet hyper-système (« Huzām », par référence à un des modes les plus connus qui peuvent y être rapportés) comporte, du plus petit au plus grand, deux intervalles (approximativement — de même pour les suivants) équivalents à 2/4 de ton, deux intervalles (idem) équivalents à 3/4 de ton, deux intervalles équivalents à 4/4 de ton, et un seul intervalle valant 6/4 de ton à peu près, soit 2233446. La suite de chiffres qui suit reprend cette énumération entre parenthèses et en italiques, pour une indication quantitative de la contenance (à laquelle est rajoutée parfois la contenance d'intervalles de 1/4 de ton, *a priori* inexistants dans les échelles modales de la musique arabe). Le troisième nombre donne le numéro du tableau dans la suite correspondant à l'hyper-système en cours, soit deuxième tableau (page/feuillet) sur un total de trois. Une remarque suit, dans le tableau I/** (premier feuillet de chaque tableau), concernant le nombre de systèmes manquants au sein de l'hyper-système : certains (rares) hyper-systèmes sont « pleins » (tous les systèmes sont représentés dans les tableaux), à l'exemple de l'hyper-système n° 12 (« Nahawand » ou « Lāmī », générateur des modes de *do*, *ré*, etc.). Cette ligne est reprise à la fin de chaque feuillet, pour faciliter le repérage.

2) La première colonne (« Sys. ») comprend l'arrangement interne correspondant au système générateur en cours, en position 1 (c'est-à-dire la position des intervalles qui correspond à la plus petite valeur entière du système), suivi d'un rappel du numéro du système dans la base de données. Un système est qualifié de « symétrique » quand tous ses sous-systèmes sont des inverses les uns des autres (l'un de ces sous-systèmes ayant une symétrie centrale et étant son propre inverse). « **Inverse du** » veut dire qu'à cette échelle correspond une échelle (système) inverse, référencée ou non, citée avec son rangement dans la base de données restreinte (quand cette échelle inverse y figure) ; il existe toujours un et un seul sous-système inverse à un sous-système donné, et il se retrouve au sein du système inverse au système donné. Dans le cas où le système inverse est représenté explicitement dans les tableaux (ligne dédiée), son numéro en tant qu'inverse est suivi d'un point d'exclamation. Un exemple de symétrie centrale est constitué par l'échelle du mode Ḥijāz-Kār (2 6 2 4 2 6 2), autour de l'intervalle central de 4/4 de ton : ici, ce sous-système est son propre inverse [voir point 10 plus bas]).

3) Remarque : les systèmes au sein d'un même tableau sont séparés par une bordure « moyenne » (gras).

4) La deuxième colonne [« Échelle modale (RS)»] comporte les noms des modes dont une échelle principale ou secondaire correspond à l'échelle spécifique reproduite dans la même colonne en notation RS complète : après chaque nom de mode figure(nt) la (les) référence(s) qui ont permis de le ranger sous cette échelle caractéristique ; un code typographique permet ici d'identifier :

i) **lettres droites sans guillemets ni parenthèses** : mode dont l'échelle modale principale correspond à l'échelle reproduite en dessous des dénominations (ici, par exemple, le mode Suznāk référencé chez Hélou — H50, Erlanger — E32, au Conservatoire National Supérieur de Musique de Beyrouth — C11, dans le manuel de ʿūd de Jamil Bachīr — B3, chez Allāwīrdī — A18, etc., avec une échelle type 4334262 classée dans l'ensemble des hyper-systèmes octaviants — le zéro, dans le neuvième hyper-système, correspondant au système n° 85 de cet hyper-système en position 2).

ii) ***italiques*** : échelles ne se rapportant pas à la musique arabe, mais rajoutées à titre de comparaison et référence, OU échelles relevées dans la littérature spécialisée mais dont l'existence (ou la conformité avec cette échelle précise) reste sujette à caution – dans ce dernier cas, suivies de la référence « auteurs », donc différenciées des modes a priori étrangers à la pratique modale de la musique arabe.

iii) **(mise entre parenthèses d'un nom de mode)** : indique une échelle secondaire ou une variante d'un mode.

iv) numéro entre parenthèses accolé au nom d'un mode (par exemple **Shawq-Ṭarab(1)**) : variante, ou cheminement possible, d'un mode dont l'échelle principale ne fait pas l'objet de consensus, et pour lequel existent plusieurs possibilités d'échelles.

5) La troisième colonne (T) indique la note traditionnellement choisie comme note de référence (« tonique ») du mode, en face du nom de ce mode : si la note est mise entre parenthèses [(LA) par exemple], ceci indique que cette note de référence ne permet pas au sous-système en question de s'intégrer dans un système (ou embryon de système) en progression régulière de l'échelle (décalage tonique à tonique) — dans l'exemple de l'hyper-système n° 9 tableau III/IV, le Qārjighār J10, avec « tonique » (DO) ne s'intègre pas dans le système embryonnaire formé par le Suznāk en DO, le Qārjighār E58 en RÉ, le Huzām en SĪKĀ, tout comme il ne s'intègre pas dans l'embryon de système formé par les sous-systèmes Rāḥat-Al-Arwāḥ sur 'IRĀQ, Ḥijāzī Exii sur DO et Ḥijāzī E75 sur RÉ : ces échelles modales (avec tonique non mise entre parenthèses) forment donc des systèmes incomplets trois à trois, avec une échelle commune ; ce fait est souligné par une mise en gras de la bordure de la colonne avec des lignes hachurées indiquant les différences de tonique. Un code couleur (également appliqué à la deuxième colonne) est utilisé et des flèches (↓) indiquent un début de système (toniques) ou (↑) une fin de système. Dans le cas d'une rupture de système, la ligne de séparation est en vaguelettes, pour faciliter le suivi. Nota : les modes ayant la même tonique pour une même échelle sont regroupés ensemble (pour l'instant, et pour des raisons de typographie et de rangement, sans ordre alphabétique), et la note de référence reproduite une seule fois.

6) En quatrième colonne figure, comme son titre l'indique, la notation occidentale de l'échelle sur une des toniques reconnues, parfois (entre parenthèses) la notation d'une variante ou d'un mode ne s'intégrant pas dans le système (pour cause de tonique décalée par rapport au système le plus évident). Remarque : en cas de conflit entre notation occidentale et notation RS (des erreurs sont possibles, malgré les vérifications répétées), c'est la notation RS qui l'emporte.

7) Les cinquième et sixième colonnes donnent une indication sur les critères de quinte (« 5 ») et de quarte (« 4 ») justes : un « + » indique une présence de quinte ou quarte juste à partir de la note de référence, un « – » une absence. Dans le cas de quarte ET quinte justes, la typographie utilisée est plus grande pour souligner la satisfaction simultanée à ces deux critères.

8) Les trois colonnes suivantes (septième à neuvième) donnent des indications sur l'agglutination d'intervalles de l'ordre du 1/2 ton (ou 2/4 de ton) au sein de la combinaison (sous-système) : la septième colonne (« U » pour « ultra-chromatique » — soit satisfaisant au critère « Ultra-min » ou « uMIN ») fait référence à la présence de plus de deux intervalles de ½ ton consécutifs au sein de l'échelle (passage à l'octave compris), la huitième (« C » pour « chromatique) à l'existence d'au moins deux intervalles de demi-ton consécutifs au sein de l'échelle, la neuvième colonne (« P » pour « passage », et critère « MIN347 ») permettant dans le cas ou les signes des deux colonnes précédentes ne correspondent pas, de préciser si ce chromatisme est « acceptable[1] » en termes de passage à la quarte, à la quinte ou à l'octave (signe plus correspondant à la position d'un intervalle de ½ ton à la troisième, quatrième, septième ou huitième [première] positions).

9) La dixième colonne (« Variantes ») reproduit les échelles alternatives, pour chaque mode et selon différents auteurs (initiales) de l'échelle principale en troisième colonne ; les échelles alternatives principales sont généralement tirées de chez Hélou ou Erlanger, les autres échelles étant suivies de l'initiale de l'auteur de référence (entre parenthèses) : un « ↓ » accolé à l'intérieur des parenthèses de la notation RS identifie une échelle descendante, un « ↑ » une échelle ascendante, et les signes « – » ou « + » indiquent, respectivement, une octave basse ou haute. Le terme (base) ou (b) entre parenthèses indique une variante (échelle alternative) principale de l'échelle correspondant au mode dont le nom en troisième colonne est généralement une variante. Dans le cas où le nombre de variantes est trop grand pour pouvoir les reproduire toutes dans une seule case, les cases voisines (ou celle de la notation occidentale) sont mises à contribution.

10) La onzième colonne (« S ») est un indicateur de symétrie pour le sous-système (pour les seules échelles octaviantes, et sinon « M » pour « manquante ») :

i) **Symétrie centrale** : symétrie par miroir autour de l'intervalle central, comme par exemple pour le mode Ḥijāz-Kār dont la combinaison caractéristique d'intervalles est 2624262 ; l'inversion intervalle par intervalle autour de l'intervalle central de 4/4 de ton ne change pas la combinaison, d'où un système symétrique centralement est son propre inverse.

ii) **Symétrie par translation** : comme son nom l'indique (presque), symétrie par translation d'un genre tétracordal, par exemple pour l'échelle du mode Rāst 4334433, le genre Rāst 433 du début (position 1) étant reproduit à l'identique à la quinte (en position 5) ; remarquons que l'échelle du mode Ḥijāz-Kār (2624262) est symétrique autour d'un intervalle central ET symétrique par translation à la quinte :

(1) **4te** : translation ascendante à la quarte
(2) **5te** : translation ascendante à la quinte
(3) **4te arrière** : le genre en position 2 est transposé à la quinte (4433433 par exemple, où le genre transposé est le rāst 433).

[1] Ces critères servent à identifier des propriétés d'un sous-système spécifique.

11) Enfin, en dernière colonne (n° 12 — « Remarques ») figurent les remarques ou indications de différents auteurs sur les modes et échelles correspondantes, ainsi que mes remarques personnelles sur telle ou telle échelle (ou mode) ; le « Code » indique la classification en termes de « traditionnalité » dans la base de données restreinte :

i) « Code 00 » correspond à une échelle rajoutée uniquement pour comparaison, mais qui n'a pas été retrouvée dans la littérature consultée concernant spécifiquement la musique arabe,

ii) « Code 10 » correspond à une échelle référencée mais qui n'est pas considérée comme attestée et correspondant à la pratique de la musique arabe,

iii) « Code 11 » correspond à une échelle dont je suis raisonnablement sûr qu'elle appartient à la pratique de la musique arabe, ou qu'elle y a appartenu.

Pour ce dernier point, rappelons que ces tableaux ne peuvent être que provisoires (et sont conçus comme tels) : il n'y a pas de vérité absolue en ce domaine, l'interprétation d'un mode pouvant être différente pour certains spécialistes, et des échelles non-class(ifi)ées pouvant surgir à un moment ou un autre dans une tradition quelconque ou dans une pratique contemporaine nouvelle d'un mode expérimental ou non.

Extrait du feuillet III/IV du tableau synoptique du mode Suznāk, hyper-système « Huzām »

N°9: Huzām 2233446 *(22201)* III / IV

Sys.	Échelle modale (RS)	T	Notation occidentale						Variantes	S	Remarques
2433426 (0,9,85) *Symétrique !*	Suznāk E32↑-↓+ H50 C11 B3 M9 M38 A18 S25 J5 Zāwīl A18 S28 J6, Dilkshā J5 A18 Mujannabu-dh-Dhīl Eiv H□ayān J6, Zāwīl E40↑- - - - - - Sharaf-Numā(J) (Yīkā) (E1↑+) Rāh□at-Fazā (E3↑+) → (0,9,85,2,4334262)	DO↓ - - - SOL↓	D : (0,16,10,3,4334424)-(J) H□ : (0,1,4,5,4262262)-(J) Z : (0,6,16,5,4262424)-(S) (0,1,4,5,4262262)-(J) R-F : (0,6,19,2,4244262↑↓-) -(E)						S : (0,6,19,2,4244262↑+) (0,16,10,3,4334424↓-) (0,4,69,2,2534262)-(H) (0,16,13,4,4334244↑)-(AM2) (0,6,19,2,4244262) -(AM1) Y : (0,16,6,2,4334442↑+)-(E) (0,19,4,3,4334433↑-)-(S,E) (0,19,4,7,4334334↓-)-(E) (0,16,10,7,4244334↓+)-(E) Z : (0,16,6,2,4334442↑↓+) (0,16,10,3,4334424↓-) (0,11,39,5,4352424↓-) (0,6,19,5,4262424↓-)	M	S : Variante « Blāzīrkūlā » turc selon H, en (0,4,69,2,2534262). Mujannabu-dh-Dhīl est précédé par un genre h□ijāz. Code 11
	Qārjighār, Zafratayn J10 - - - - - Qārjighār E58↑-↓- C15 B25 A26 S46 Ch17 M52 ...... - - - - - H□ijāz-'Ushayrān E9↑-↓-, (H□usaynī-'Ushayrān E7↓-) Nahaft E12↑-↓- → (0,9,85,3,3342624)	(DO) - - - RÉ - - - LA	'A : (0,16,10,4,3344244↑↓) 'A-M : (0,16,10,4,3344244↑-) (0,12,3,4,2444244↑-) Kul'izār : (0,16,10,4,3344244↑-↓) (0,19,4,4,334433,↑-)						....	M	......
	......		......						......	......	......

N°9: Huzām 2233446 *(22201)* III / IV

Remarques :

- les noms de modes pour les variantes sont représentés par leurs initiales
- le critère d'intégrité du genre ĥijāz (tableau suivant) correspond à une contrainte esthétique relevée dans la construction des échelles de la musique arabe, et tendant à n'accepter que les échelles dans lesquelles ce genre figure intégralement au sein de l'octave (quand il existe).

Abréviations :

- T** : référence de maqām tirée de ['Āmiri 1987]
- S** : référence de maqām tirée de [Amīr s.d.]
- M** : référence de maqām tirée de [Mahdī 1972 et 1982]
- A** : référence de maqām tirée de [Allāwīrdī 1949]
- B** : référence de maqām tirée de [Bachīr 1961]
- Ch** : référence de maqām tirée de [Chabrier 1995]
- C** : référence de maqām tirée de [Gholmieh e.a. 1996]
- D** : référence de maqām tirée de [During 1984]
- E** : référence de maqām tirée de [Erlanger 1949]
- G** : référence de maqām tirée de [Garfi 1996]
- H** : référence de maqām tirée de [Hélou 1972]
- J** : référence de maqām tirée de [Jabaqjī s.d.]
- K** : référence de maqām tirée de [Khula'ī 1904]

Feuillet II/II du tableau synoptique du système Ḥijāz-Kār, hyper-système du même nom

N°1: Ḥijāz-Kār 2222466 *(40102)* II / II											
Sys.	**Échelle modale (RS)**	**T**	**Notation occidentale**	**5**	**4**	**U**	**C**	**P**	**Variantes**	**S**	**Remarques**
2262426 (0,1,14) *Symétrique !*	*(Awj-Ārā H11)* *(Hiṣār B8)* *→ (0,1,14,1,2262426)*	*(LA$^{\#}$)*		-	+	-	+	-	*(2,3615261)* *devrait être en 3524352 ou en 2624262*	*M*	*La variante (original turc) correspond à la notation d'Erlanger : cette échelle est d'autant plus douteuse que le Awj-Ārā doit débuter sur AWJ (ou 'IRĀQ). Code 10*
	Ḥijāz-Kār E47↑+↓ H53 C26 B18 M14 M47 A3 S39 J8 (Ch5) G13 Shāh-Nāz J12 --- Shāh-Nāz E77↑-↓- A3 B18 S56 (Ch6) (Shāh-Nāz-Kurd) E88, Ḥijāzī E76↓- (Shāh-Nāz-Būsalīk) E101 Aṣbu'ayn Exviii --- Jahārkā-Turkī B18_5 --- Shad-'Arabān H40 E2↑↓- B18_1 A3 S2 J1 Ch7 --- Sūz-Dīl E13 J2 A3 B18_2 H42 M55 --- Awj-Ārā B18_3 A3 → (0,1,14,2,2624262)	(DO) --- RÉ ↓ --- FA↓ --- SOL↓ --- LA↓ --- ('IRĀQ)		+	+	-	+	+	Ḥijāzī, Ḥ-B : (0,6,15,6,2624244↑-↓+) (0,9,85,6,2624334↑-) (0,12,3,7,4244244↑+↓+) Ĥ-K : (0,6,19,2,4244262↑+)-(E) (0,6,15,6,2624244↓-)-(E,H) (0,12,3,7,4244244) -(H) S-'A: (0,6,15,6,2624244↓-) (0,9,85,6,2624334↓+) (0,6,20,3,2624424↓)-(S) S-D: (0,6,20,3,2624424↑)-(S) S-N, S-N-B : (0,12,3,7,4244244↑+) (0,6,19,6,2624244↑+) S-N-K : S-N + Kurd (0,12,3,4,2444244)	centrale et par translation 5te	Ḥ-K : « kār » indique un début en DO (E), d'où « ḥijāz en DO ». S-'A : pas de variantes, mais (H) indique que le nom « Shat-'Arabān » est incorrect si on remonte jusqu'à d'anciens écrits arabes. Remarquons la constance d'Erlanger pour Ḥ-K et S-N. Aṣbu'ayn se prolonge avec une amorce de nahawand_3 à l'octave (42). Equivalent à l' « Hispano-Arabe » chez Chailley. Shad-'Arabān (début en SOL), est l'équivalent de deux échelles principales de Ḥijāz-Kār en montée (comme chez Hélou) et deux Ḥijāz en descente (signalé par (H)). Les Shah-Nāz seraient plus à leur place dans le système du Ḥijāz (0,6,19,6,2624244), de par leur intégration via la tonique dans ce dernier système, mais Hélou certifie l'échelle en H5 et considère Sūz-Dīl et Shāh-Nāz comme équivalents. (M) S-D appelé Sūzdal. Ch5 : en SI^{b}, chants syriaques ; Ch6 : différentes versions sur RÉ, MI, LA, FA et DO. Code 11
	Shawq-Ṭarab(2) E11↑+ S10 Sulṭānat-Al-'Ushayrān A42 → (0,1,14,4, 2426226)	LA (SI^{b})		-	+	-	+	-	S-Ṭ : (0,9,90,1,2443326)+(S) (0,12,3,1,2442444↓-) (base) (0,1,14,4,2426226↑-↓+)	M	S-Ṭ : tonique contestée par certains musiciens selon Erlanger, et considérée comme SI^{b}, ce qui serait une erreur. Le taqsīm (p. 141 chez E) suggère une tonique en LA ; c'est dans ce genre de maqāmāt (échelles) controversés que le critère d'intégrité du genre ḥijāz peut contribuer à expliquer les différences d'opinion entre musiciens et musicologues. Code 11
	Nawā-Athar E45 H55 C29 B7 S36 M13 A6 M46a J8 G11 Ḥayān E46↑-, Māhūr E39↓- Nahawand-Kabīr E43↑- --- Hiṣār H66 E69↑-↓- S59 A6 (Ḥiṣār–Kurd) E86 (Ḥiṣār–Būsalīk) E102 → (0,1,14,5,4262262)	DO --- RÉ↑	Ĥay.: (0,19,4,3,4334433) Ḥiṣ.: (0,12,3,7,4244244↑+↓+) (0,9,48,2,3344262↓-, corrigé)	+	-	-	+	+	N-A : (0,19,4,3,4334433 pas H et E) (0,6,19,2,4244262)-(S) Māhūr(E) : (0,16,10,3,4334424↓-) (0,6,20,6,4424262↓-) (0,12,3,6,4424424↓-) (0,16,6,2,4334442↑↓+) N-K: (0,6,19,2,4244262↑-) (0,12,3,7,4244244↑+↓) (0,12,3,3,4244424↓-)	par translation 4te arrière	Pas de variantes en E45 : le mode Ḥayān (N°46, le Ĥayān est en fait du « type » Rāst, cette échelle constituant une variante) monte en deuxième octave en Rāst paradigmatique (jusqu'au 'IRĀQ), et redescend en Rāst sur deux octaves. En RÉ, c'est l'équivalent du Ĥişār de Hélou. Equivalent au « Tsigane - 1e Variante » chez Chailley. Code 11
	Ḥijāzayn J2 --- Nahawand-Rūmī E44↑+↓+ Ĥijāzayn J12 --- Hijāz-Gharīb H60, Huzām E109↑+ → (0,1,14,6,2622624)	LA --- DO↑ --- RÉ↑		-	+	-	+	+	N-R : (0,6,16,7,4242624↑-) (0,6,15,2,4244262↓-) (base ?) (0,6,20,3,2624424↓+) l'embryon de système formé avec les échelles des modes Shawq-Ṭarab et du mode Jahārkā-Turkī de Khula'ī semble suggérer une parenté – H(E) : (0,16,10,5,3442443↓-) (3426242↑- lo 1) (0,9,85,4,3426243↑-, non-attesté) rajout de 34262↓ et +62262↑+ sur MI^{b}	par translation 4te	N-R : cela justifierait le nom (le genre nahawand correspondant à la combinaison 424) ; (E) explique par contre que, pour cette variante descendante, les deux genresḥ ijāzī (ḥijāz) en SOL1 et Nahawand (nahawand) en DO doivent être joués séparément, ce qui exclurait de facto l'échelle 4244262. En conclusion, mode complexe et à suivre. Code 11
	('Ajam-Sulṭān A41) *→ (0,1,14,7,6226242)*	*(SI^{b}↑)*		-	+	-	+	-	-	*M*	*Ce système contrevient au critère implicite d'intégrité du genre ḥijāz et figure chez un auteur (Allāwīrdī) peu fiable.* *Code 10*

N°1: Ḥijāz-Kār 2222466 *(40102)* II / II

Bibliographie pour l'annexe B

ʽĀMIRĪ (Al ~), T. ʽA.,1987? : *Al Mughannūn Ar-Rīfiyūn wa Aţwār Al Abūdhiya Al ʽIrāqiya*, Dār Ash-Shu'ūn Ath-Thaqāfiya Al ʽĀma, Baghdad?

ʽAMR, Sh., 2000 : *Al Buzuq – Tārīkh wa Manhaj wa Fan*, Dar ʽAlā'uddīn, Damas.

ALLĀWĪRDĪ, M., (1949 ou 1950) : *Falsafat Al Mūsiqā Ash-Sharqīya fi Asrār Al Fan Al ʽArabī,* Ibn Zaydūn, 2e édition.

AMĪR (Al ~), S. Ḥ., s.d. : *Dalīl Salālim Al Maqāmāt Al ʽArabiya*, Dār Ash-Shu'ūn Ath-Thaqāfiya Al ʽĀma, Ministère de la Culture et de l'Information, Bagdad.

BACHĪR, J., 1961 : *Al ʽŪd wa Tadrīsuhu* en 2 vol., Dār Ţiba'at Al Ofset, Bagdad.

CHABRIER (CHARBONNIER-~), J.-C., 1995 : *Analyses de musiques traditionnelles – Identification de systèmes acoustiques, scalaires, modaux et instrumentaux. Représentation morpho-mélodique, structuro-modale et du langage instrumental*, Doctorat d'État, 2 vol., 1000 p., Université Paris IV - Sorbonne.

DURING, J., 1984 : *La musique iranienne – Tradition et évolution*. A.D.P.F. Paris, 1984.

ERLANGER, R., 1949 : *La musique arabe* en 6 tomes, Librairie orientaliste Paul Geuthner, Paris, Tome V : *Essai de codification des règles usuelles de la musique arabe moderne – Échelle générale des sons – Système modal.*

GARFI, M., 1996 : *Les Formes Instrumentales dans la Musique Classique de Tunisie*, (éditeur inconnu, mais numéro ISBN 9973-17-729-0), (Tunis?).

GHOLMIEH, W. / KERBAGE, T. / FARAH□, A., 1996 : *Naz□ariyāt Al Mūsīqā Ash-Sharqī ʽArabiya*, CNSMB, Beyrouth.

HÉLOU, S., R/1972 : *Al Mūsīqā An-Naz□ariya (La musique théorique)*, 2e édition, Dār Al H□ayāt, Beyrouth.

JABAQJĪ, ʽA., s.d. : *Tah□līl Al Anghām fī ʽIlm Al Maqām* (sous-titre : *Pour les étudiants en hautes études de musique arabe – Thèse de doctorat*, sans lieu ou établissement indiqué), Dār At-Turāth Al Mūsīqī, Alep.

KHULA'Ī (Al ~), M. K., 1904 - R/1993 : *Kitābu-l-Mūsīqī Ash-Sharqī*, Maktabat Ad-Dār Al ʽArabiya lil Kitāb, Le Caire.

MAHDĪ (Al ~), S□., 1982 : *Maqāmāt Al Mūsīqā Al ʽArabiya*, Al Ma'had Ar-Rashīdī lil Mūsīqā At-Tūnisiya, Tunis, mars 1982 (dépôt légal).

MAHDI (El ~), S. (Al Mahdī, S□.), 1972 : *La musique arabe,* Paris, Alphonse Leduc.